

# Mesterséges Intelligencia az orvos- és egészségtudományban; realitás és perspektíva



Study: *Modulating Brain Responses with Synthetic and Natural Images*. Image  
credit: Generated using DALL.E.3

Falus András  
Semmelweis Egyetem



# Hogyan működik az AI?

**Gépi tanulásnak (ML)** nevezett módszeren keresztül működik. Mivel a legtöbb n pl. az egészségügyben **komplex kihívások** és feladatok vannak, ezek árára már nem elegendő hagyományos algoritmusokat írni, új módszerre volt/van

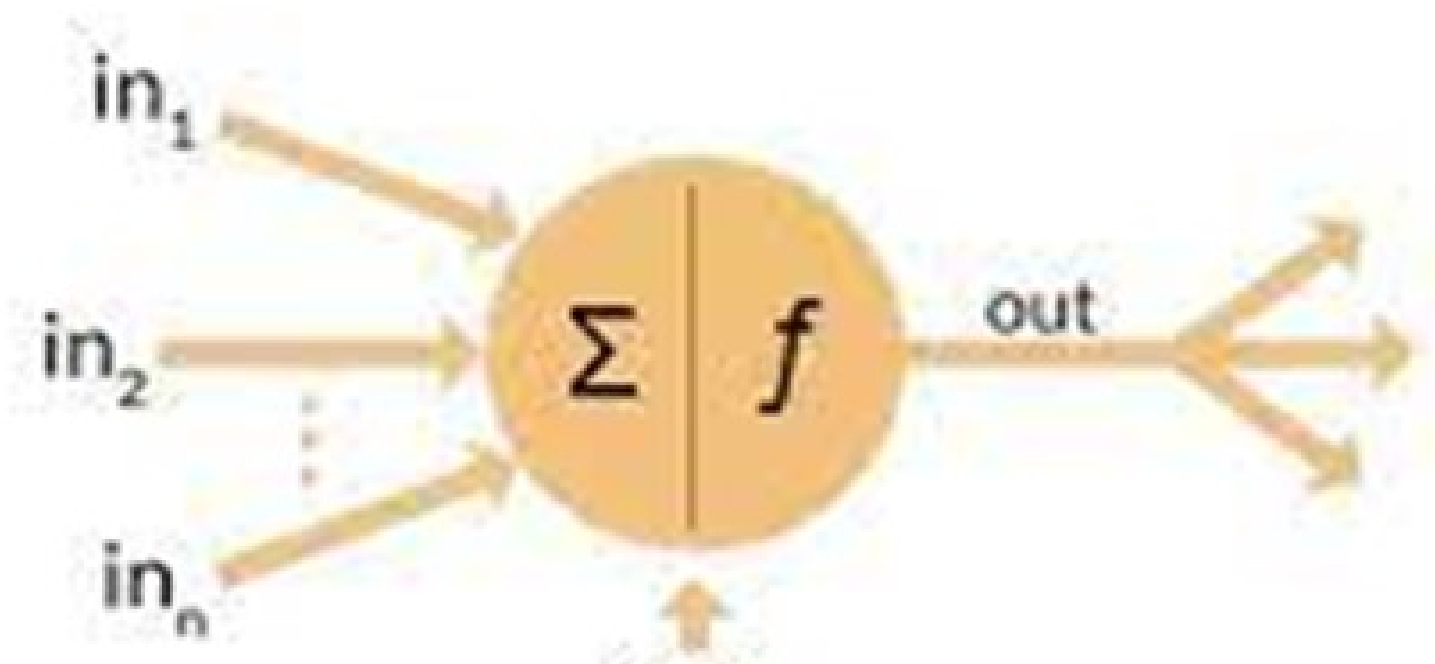
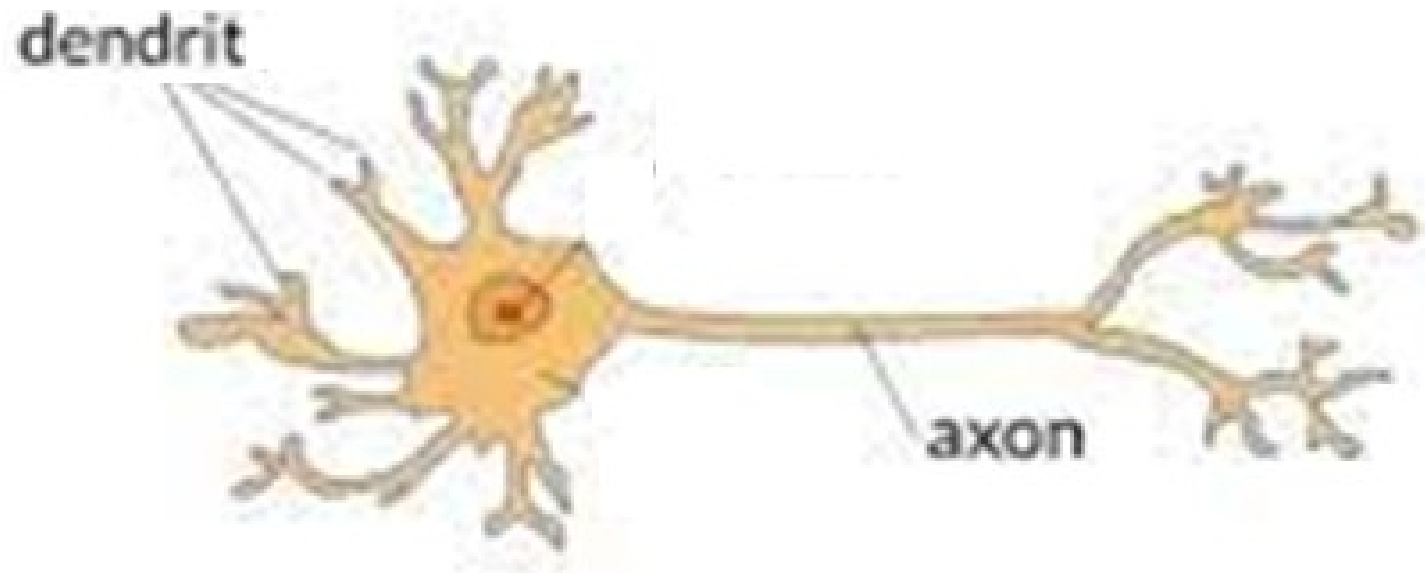
tanulás lehetővé teszi a számítógépek számára, hogy **anélkül tanuljanak, hogy** **ten minden feladatra külön programoznák** őket (supervised  unsupervised)

őségű adattal látják el az algoritmust, a gépi tanulás lehetővé teszi számukra, **amatosan korrigált** és **egyre jobb stratégiákat** alkossanak az adott feladath

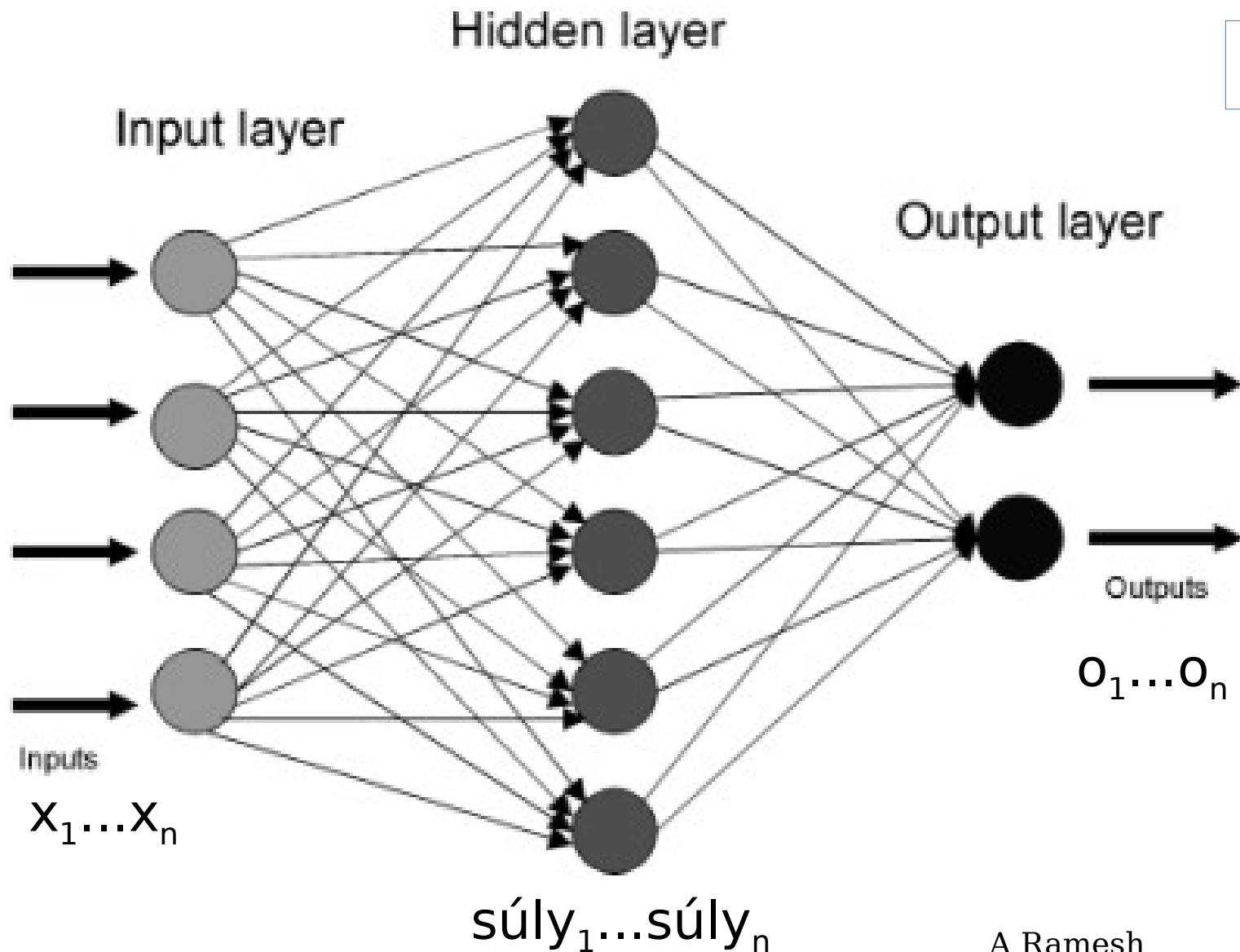
Kapacitás: pl. LLM: több 100 milliárd szó

Működési sebesség: 1000 milliárd op/sec

# ANALÓGIA



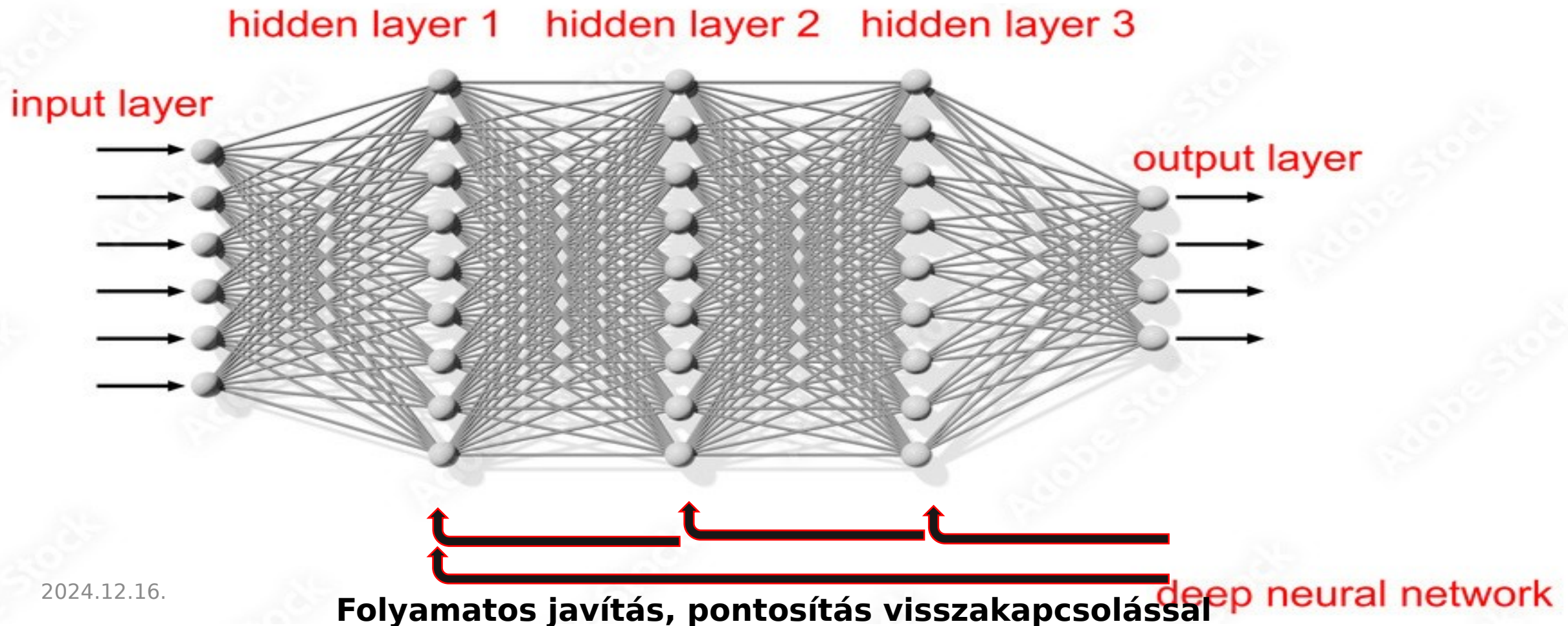
# A gépi tanulás (ML) sémája



**AI**  $\rightarrow$  **xAI**

# Többrétegű (milliárd nagyságrend) neurális háló

## „fekete doboz”!!!





*A hóemberek rengetegében, nehéz kiszúrni a pandát.*



A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE

MTA

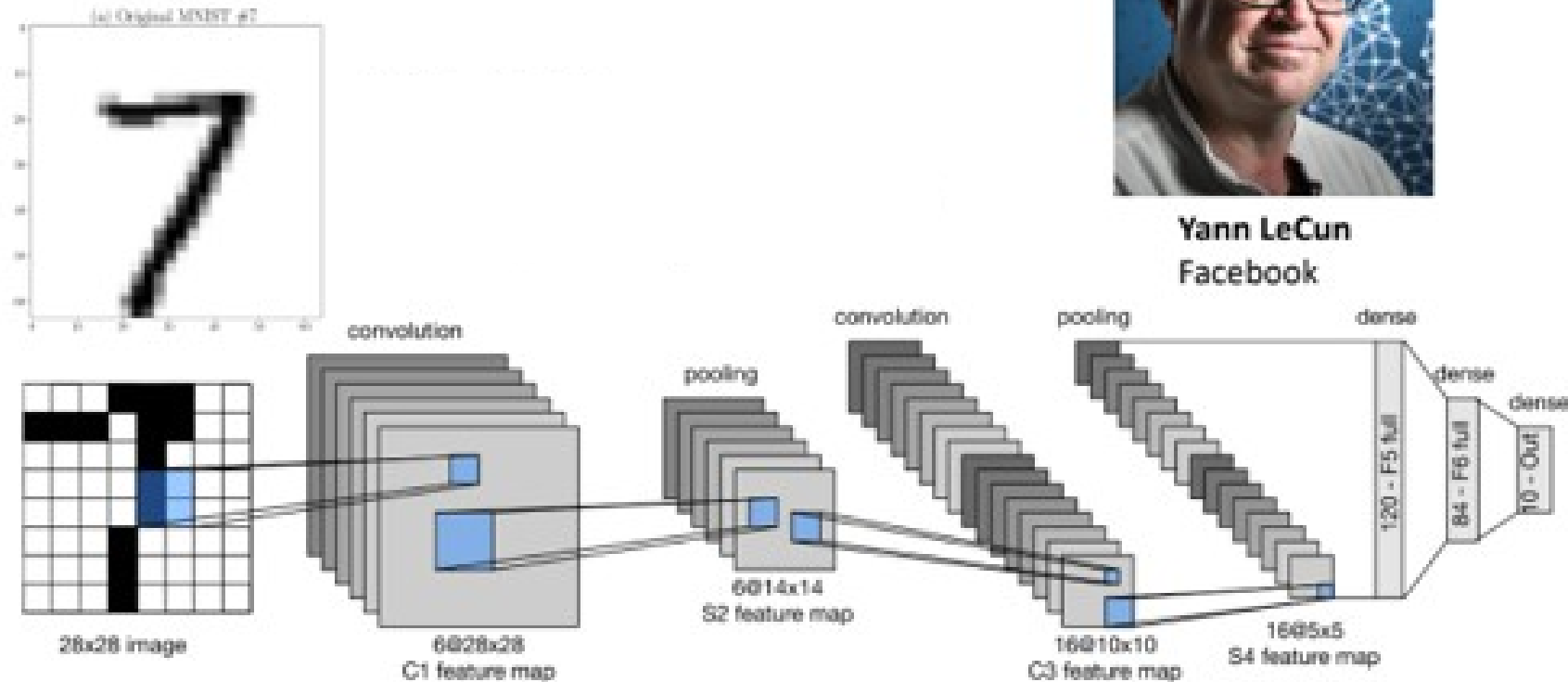
Mi lehet nehéz a képek  
megkülönböztetésében ??

**..nem mindig triviális**

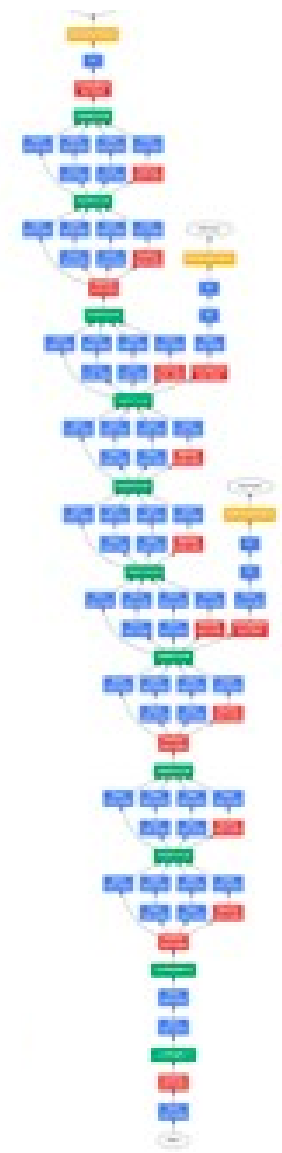


# Rendszámtábla azonosítás

## LeNet-5; GoogLeNet



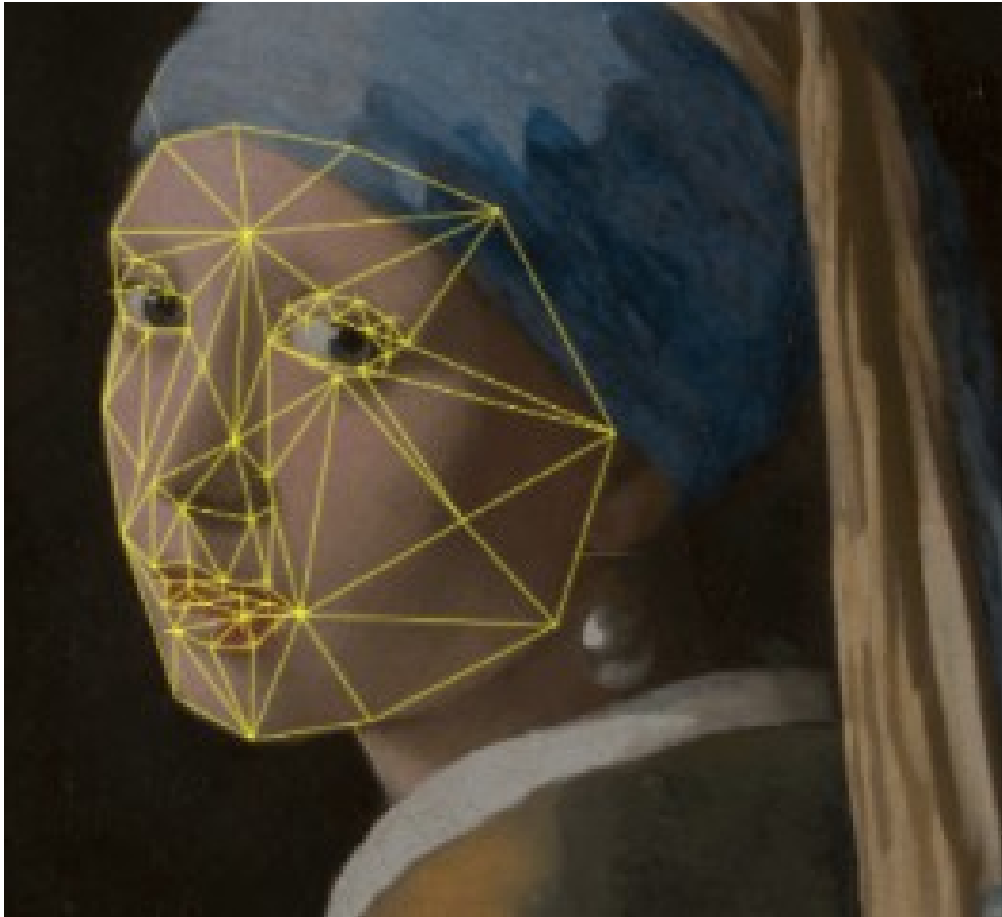
Yann LeCun  
Facebook



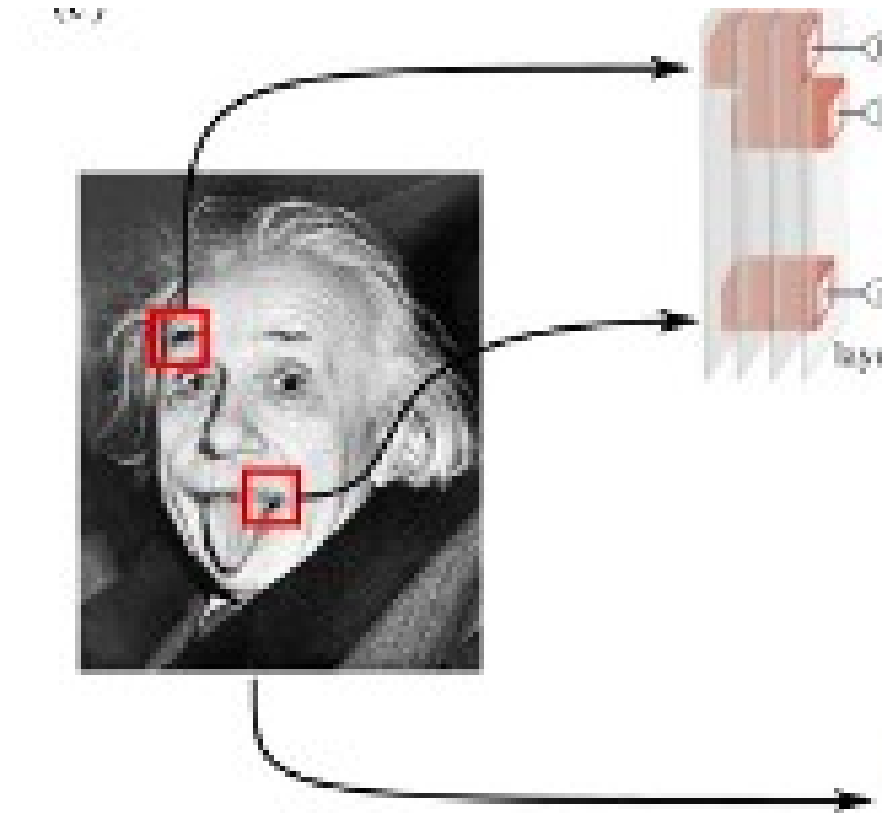
[LeCun et al. 1998]

## Kritikus pixelek

# Arc felismerés



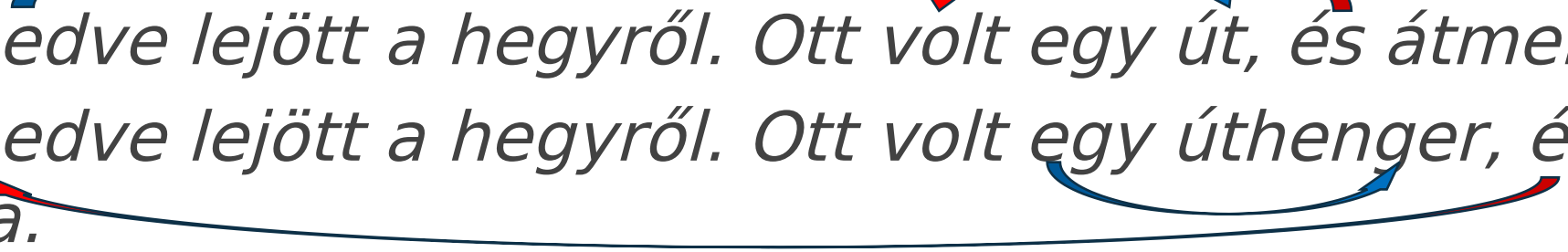
2024.12.16.



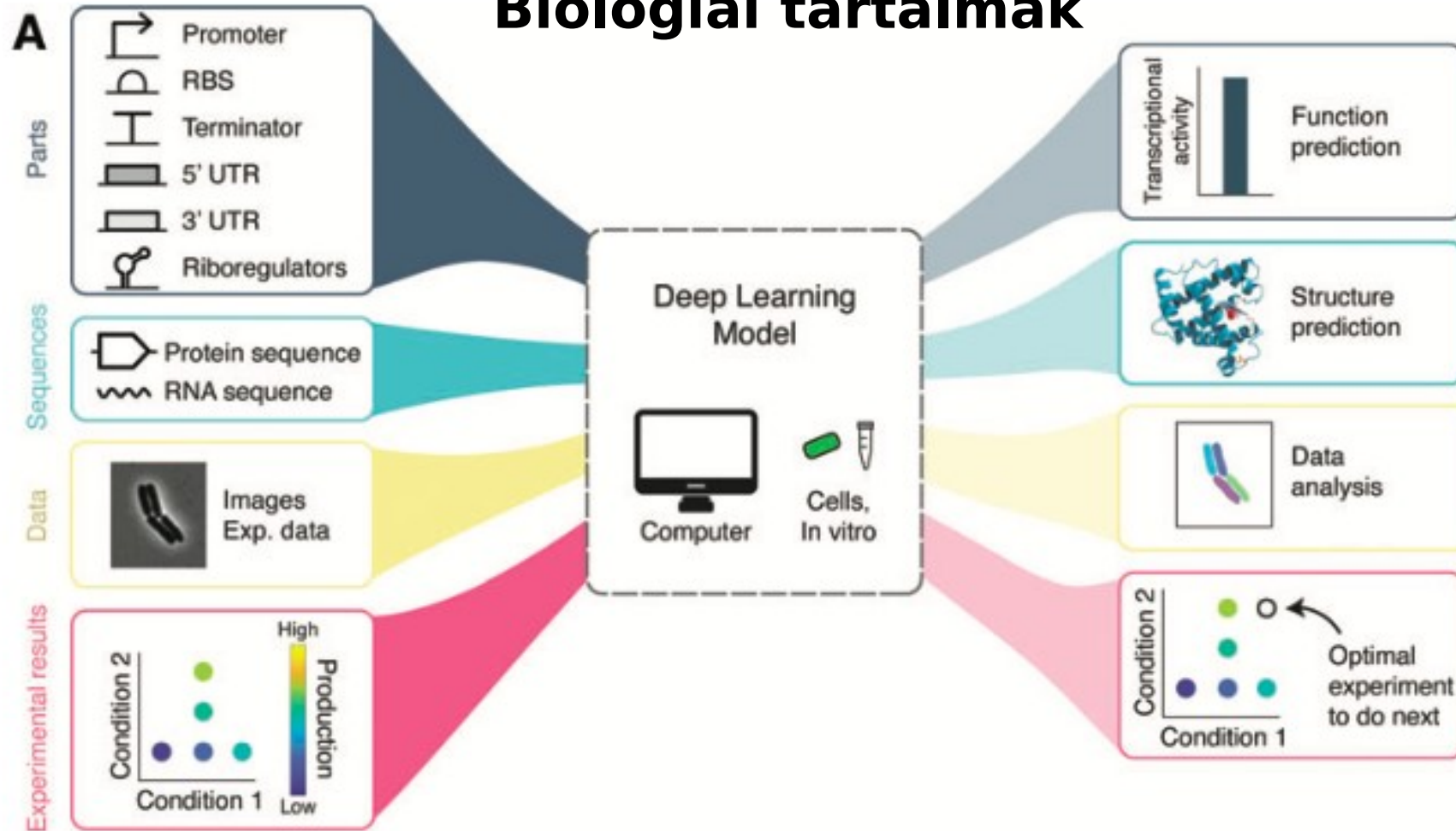
Jan Vermeer van Delft  
Leány gyöngy fülbevalóval,  
1665

# A GPT egyfajta **transzformer**

- **Dinamikus (kontextuális) nyelvmodell:** ugyanahhoz a nyelvi egységhez a **szövegkörnyezet** függvényében különböző vektorokat rendel
  - **Transzformer:** mélytanuló architektúra nyelv- és képfeldolgozásra, párhuzamosan működő ún. figyelmi mechanizmusokkal (Google, 2017)
- Figyelmi mechanizmus:** némiképp utánozza az emberi figyelmet

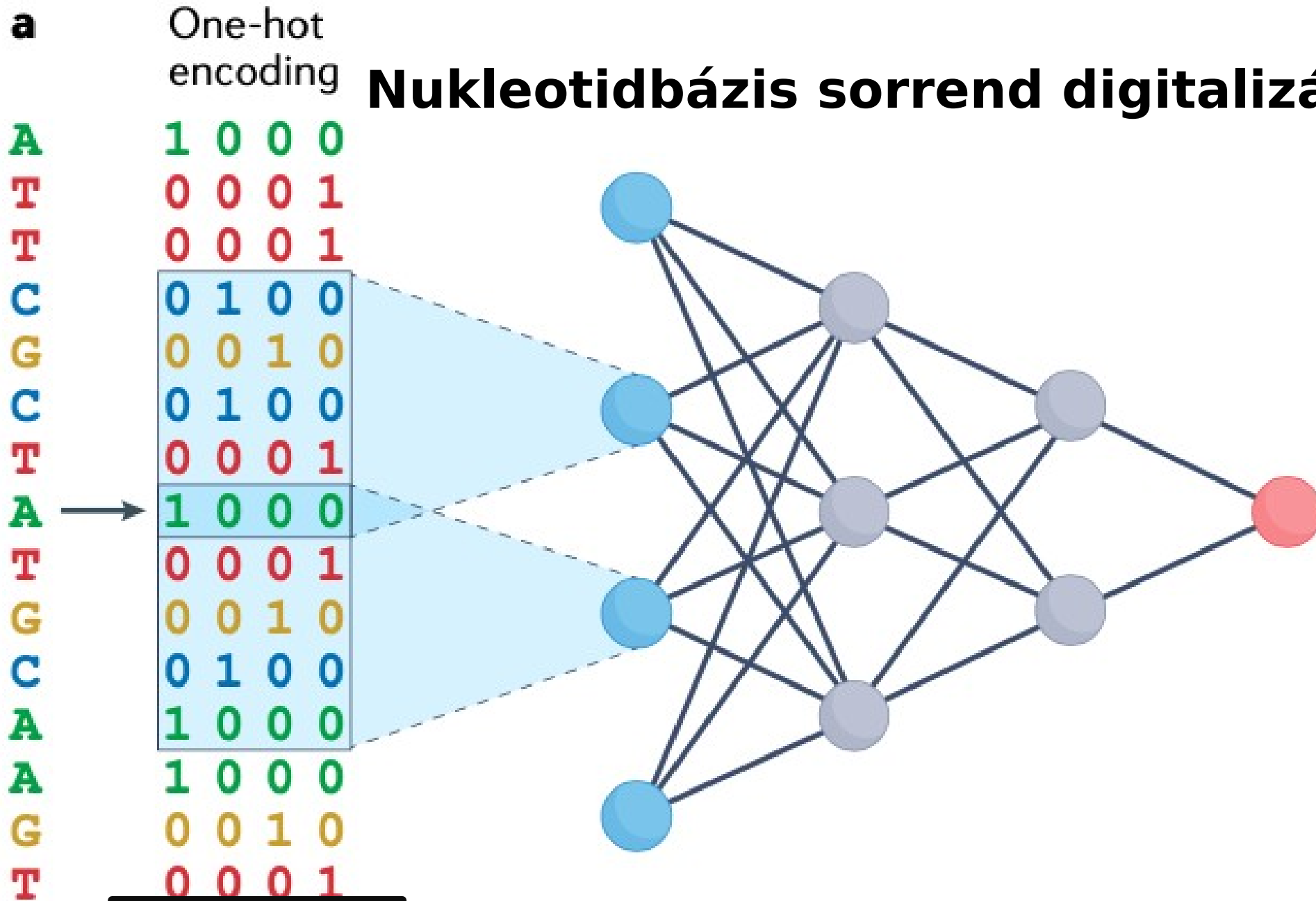
- 
- ▶ *A medve lejött a hegyről. Ott volt egy út, és átment rajta.*
  - ▶ *A medve lejött a hegyről. Ott volt egy úthenger, és átment rajta.*

# Biológiai tartalmak

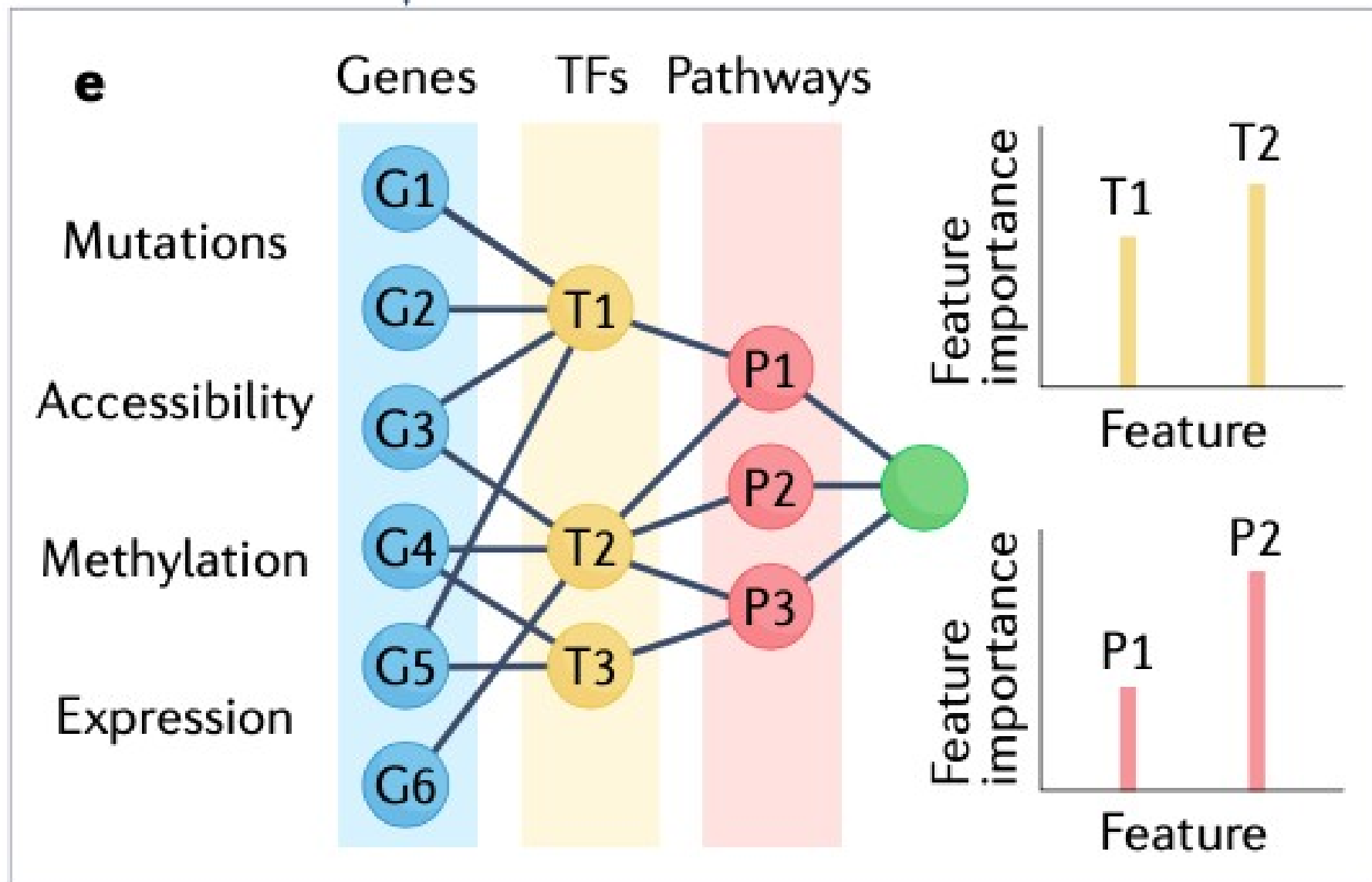


Beardall et al GEN  
Biotechnology 1, 4,  
2022, 10.1089/  
2023genbio.2022.0017

# Nukleotidbázis sorrend digitalizálása



# Multimodális gépi tanulás



# **mesterséges intelligencia forradalmasítja az orvostudományt és az egészségipart**

**diagnosztika:** pontosabb és gyorsabb diagnosztika: MRI, CT, PET,

laboratóriumi adatok integrálása nemzetközi adatbázisokkal, távoli döntéshozatal

**szerekes kezelés:** biomarker, vakcinafejlesztés: jelölt molekulák keresése és  
vizsgálata, vakcina tervezése (proteaszóma/TAP/MHC/adjuváns), hatékonysági előrejelzés

**precíz gyógyászat:** személyre szabott kezelés, genetikai és epigenetikai elemzés  
szükséges egyéni/csoportos mellékhatások elkerülése

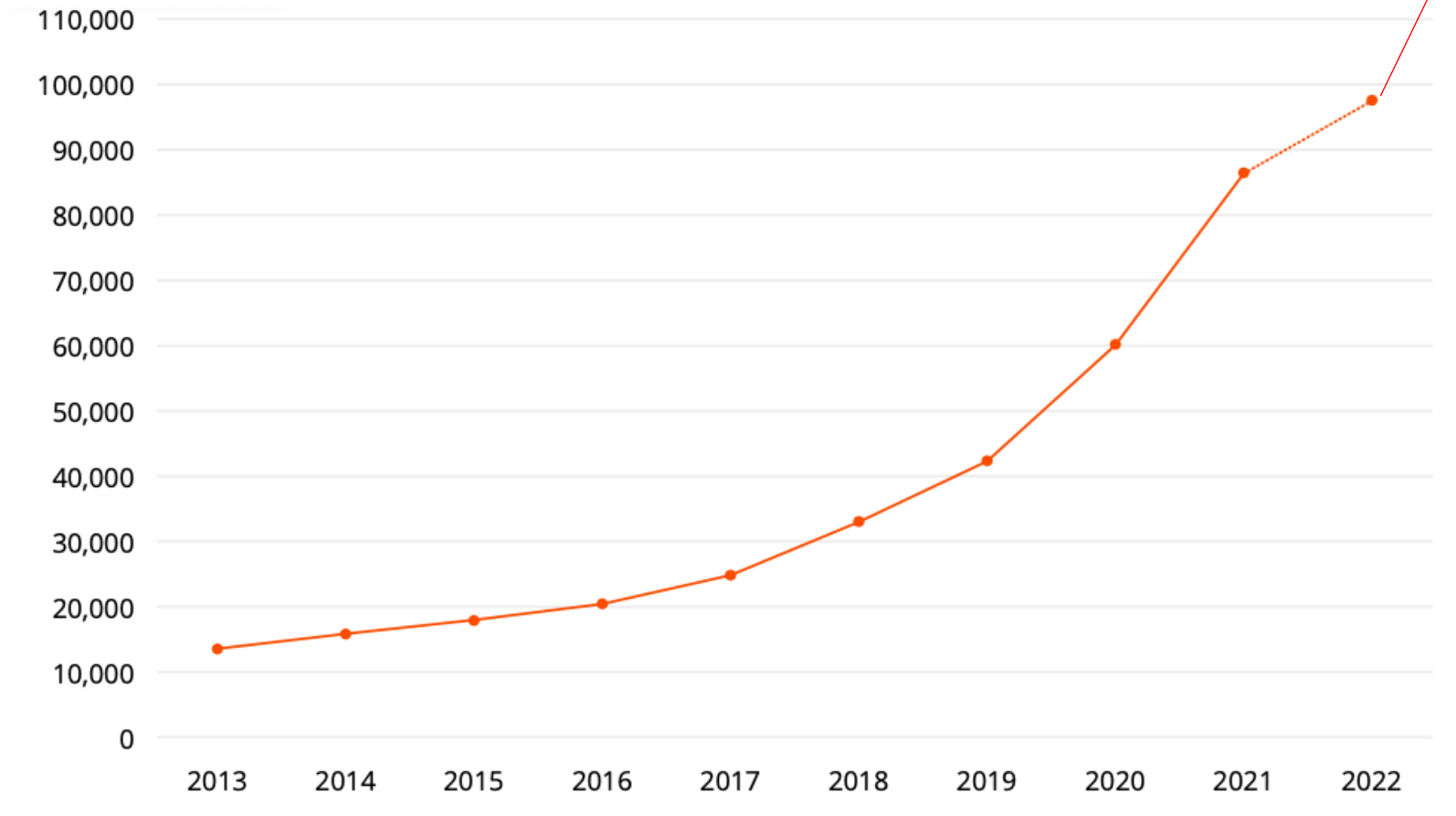
**figyelés:** betegek távfelügyelete szenzorokkal, távbeavatkozási lehetőségek

**regeneratív orvoslás:** transzplantáció, mesterséges (mű) végtag

**sebészet (távoli is)**

**egészségügyi menedzsment:** globális észlelőhálózat, járványok előrejelzése, adatfolyamok

# AI/MI közlemények száma



**1990:**  
**626**

**2000:**  
**2.711**

**2021:**  
**33.251**

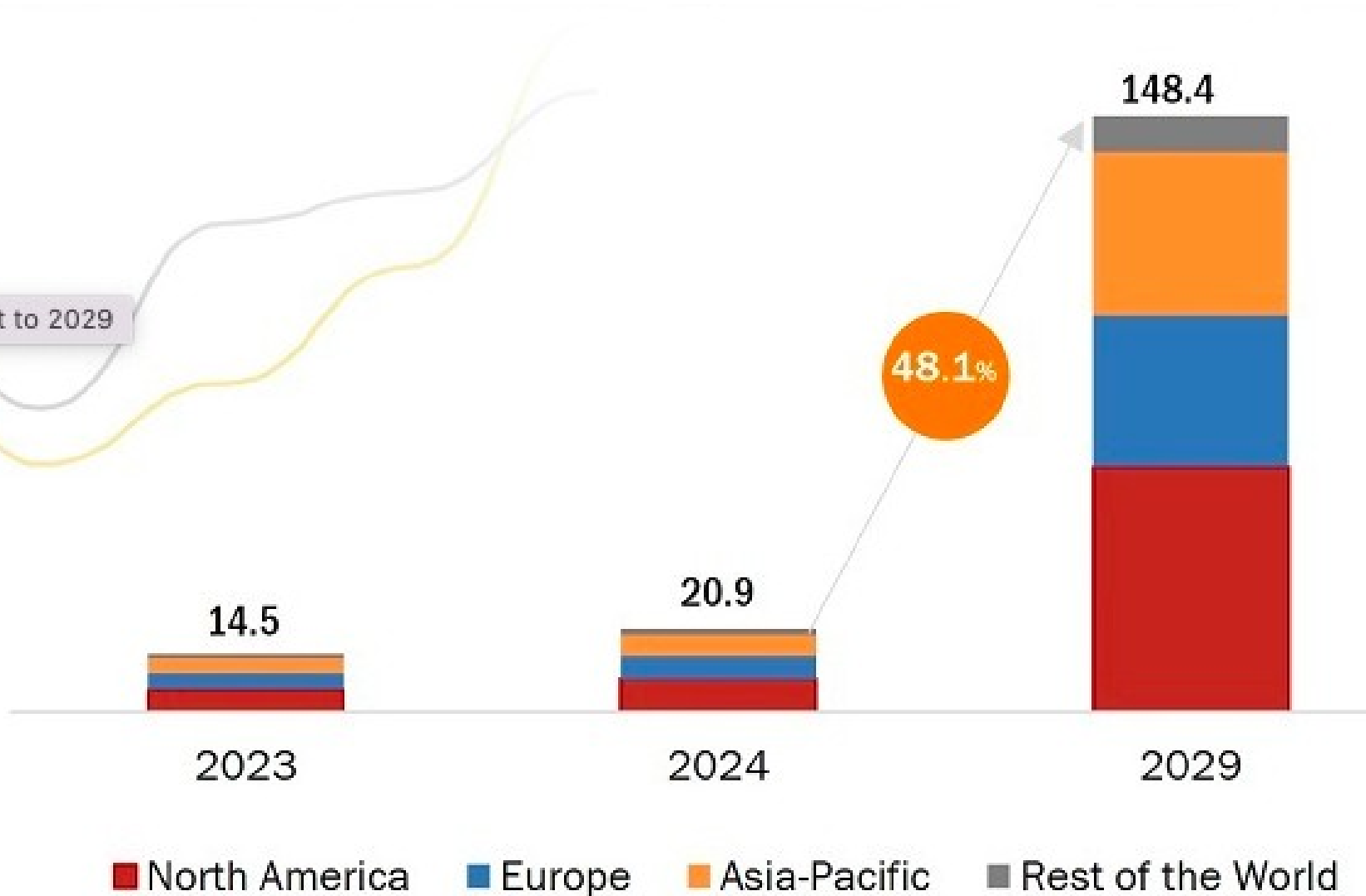
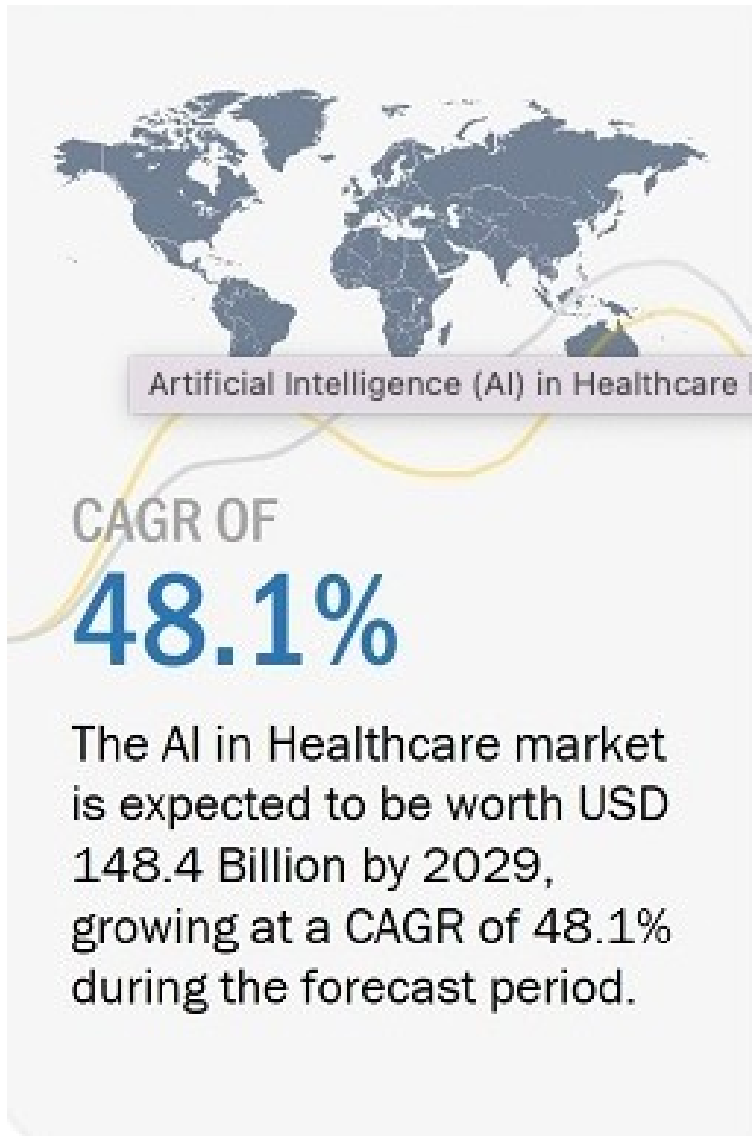
**2022:**  
**38.623**

**2023:**  
**211.000**

**2024:**  
Medicine: 83.199

AI/ML Diagn: 49.233

PubMed



**CAGR: Összetett éves növekedési ráta**

2024.12.16.

# Tech óriások a mindennapi egészségiparban

**Google** in healthcare Google's expertise in algorithms and AI, particularly since its acquisition of DeepMind

**Apple** in healthcare

**Microsoft** in healthcare Microsoft's cloud solutions and AI investments (Open AI)

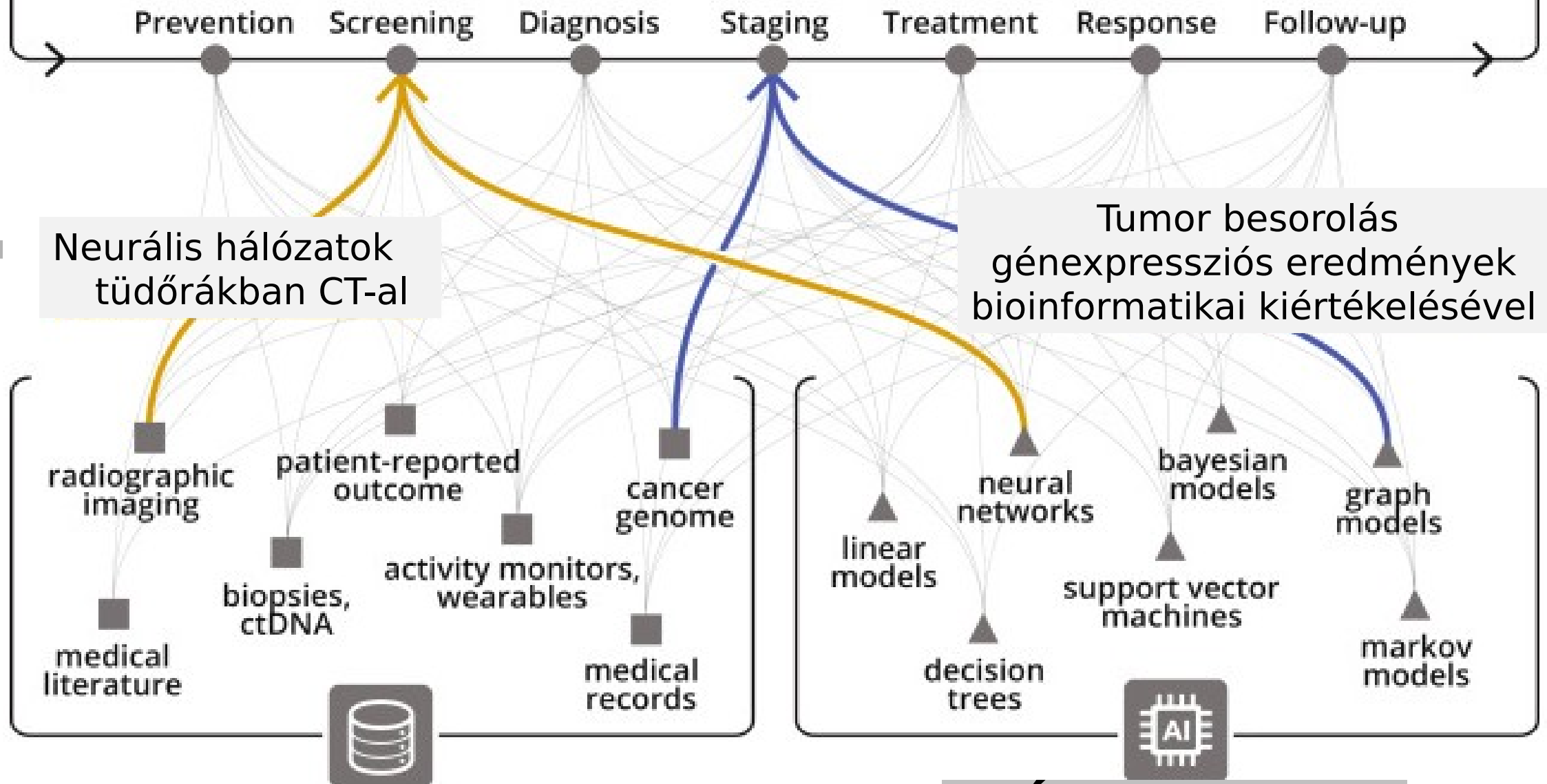
**Amazon** in healthcare

**IBM** in healthcare blockchain, and quantum computing

**Nvidia** in healthcare artificial intelligence in healthcare

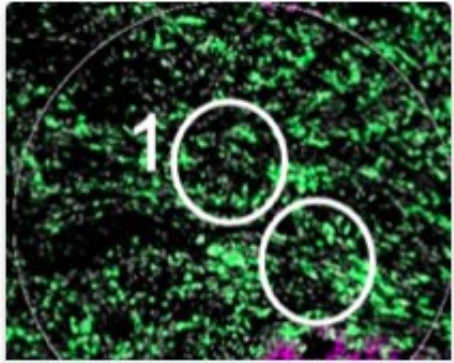
- iCarbonX
- Babylon Health
- Yitu Technology
- CARMAT
- Bigfoot Biomedical
- Pager
- Zebra Medical Vision
- Your.MD
- Enlitic Inc

# Beteg útvonal

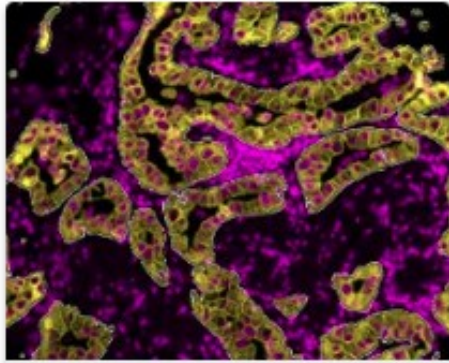


## PÉLDÁK AZ MI ORVOSBIOLÓGIAI FELHASZNÁLÁSÁRA

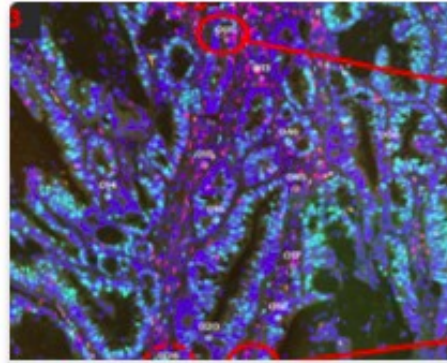
- Patológia (pl. daganat)
- Vakcina tervezés
- Diabetes menedzsment
- Pandemia felkészültség
- Szenzorok, nanobotok, agy-computer interface (BCI)
- .....
- Önvezető járművek, arc/alak felismerés....



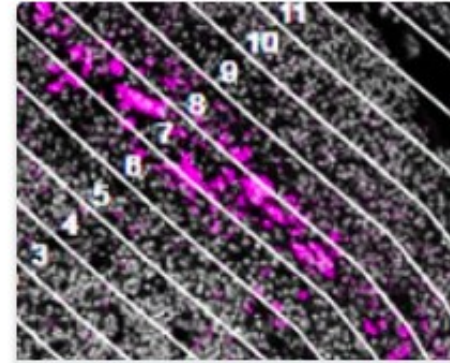
**Geometric  
Profiling**



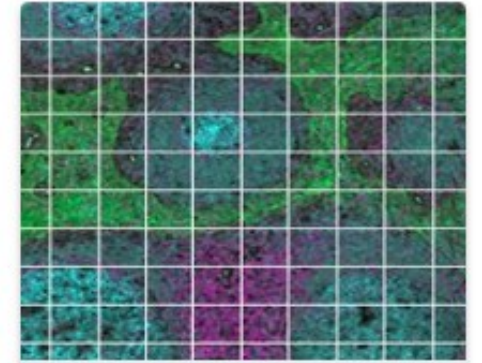
**Segmentation**



**Cell Type  
Specific**

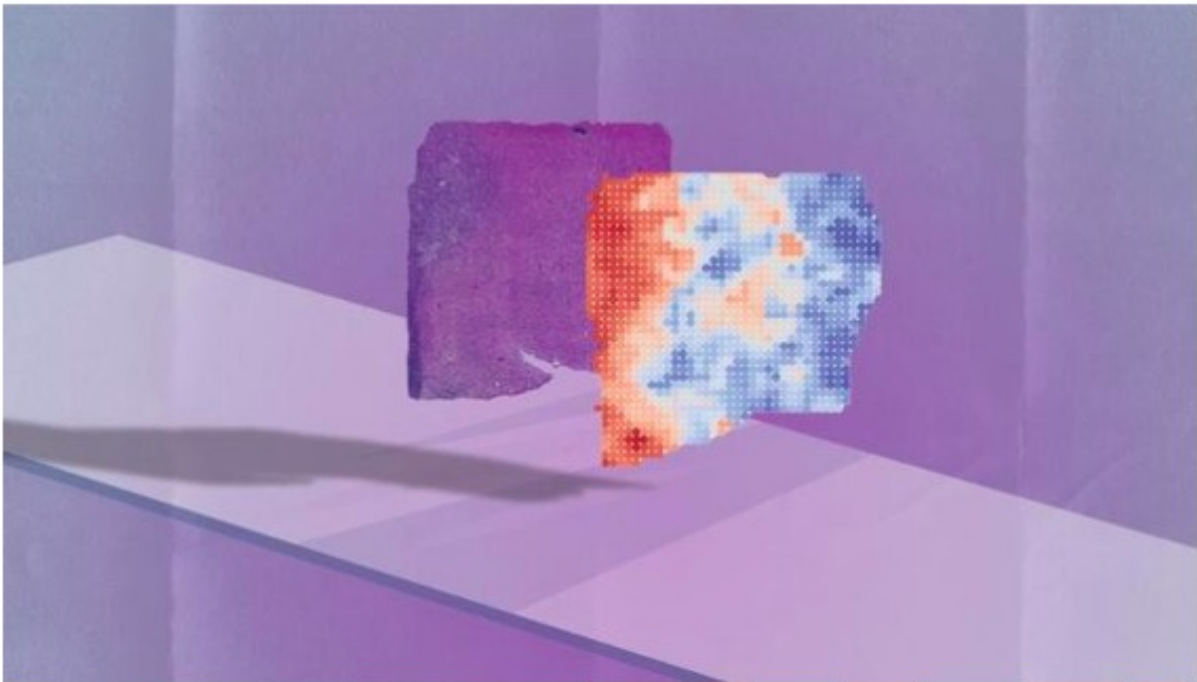
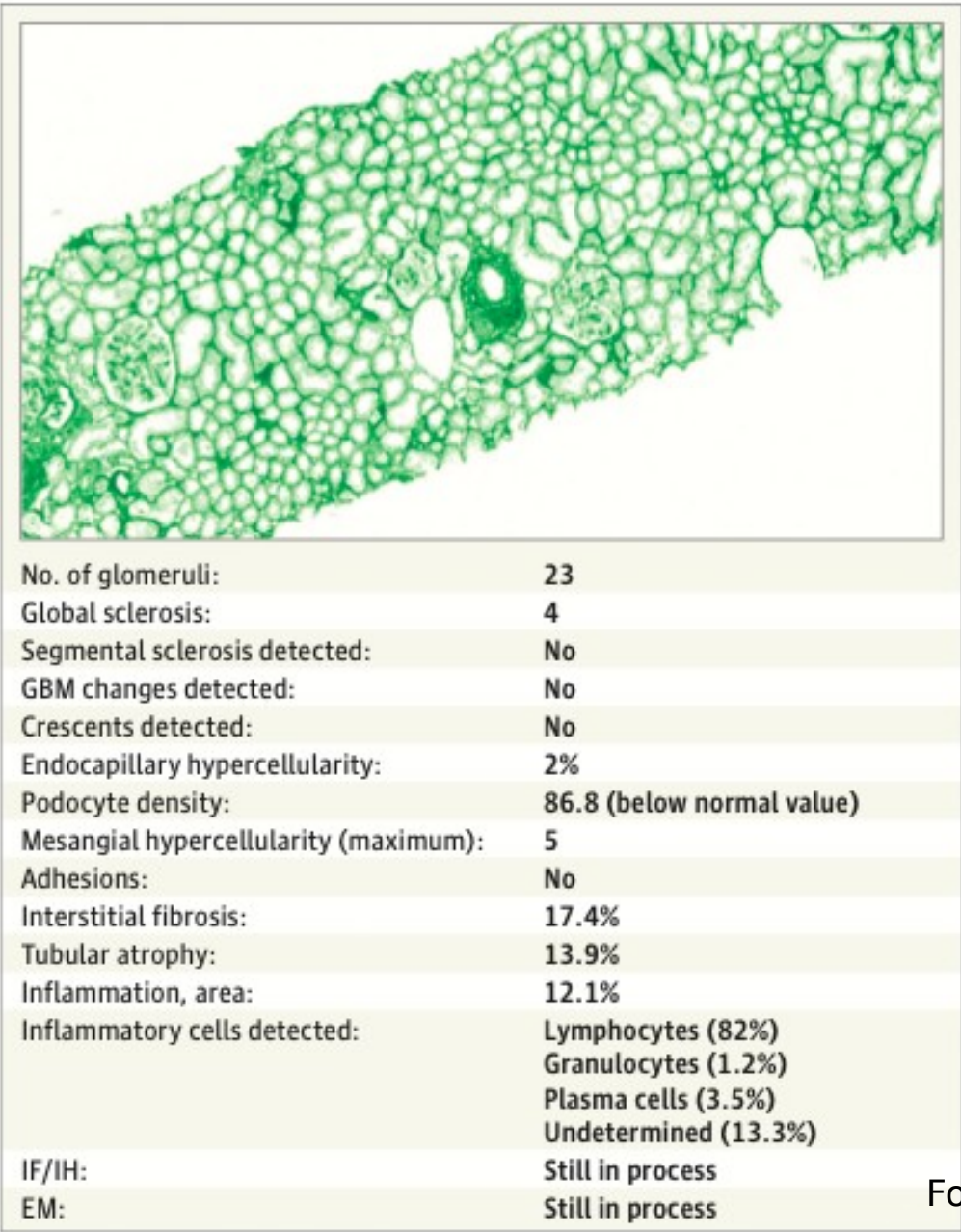


**Contour**



**Gridded**

Figure. Whole Slide Image of Kidney Biopsy in Artificial Intelligence (AI) Staining Accompanied by AI-Generated Data

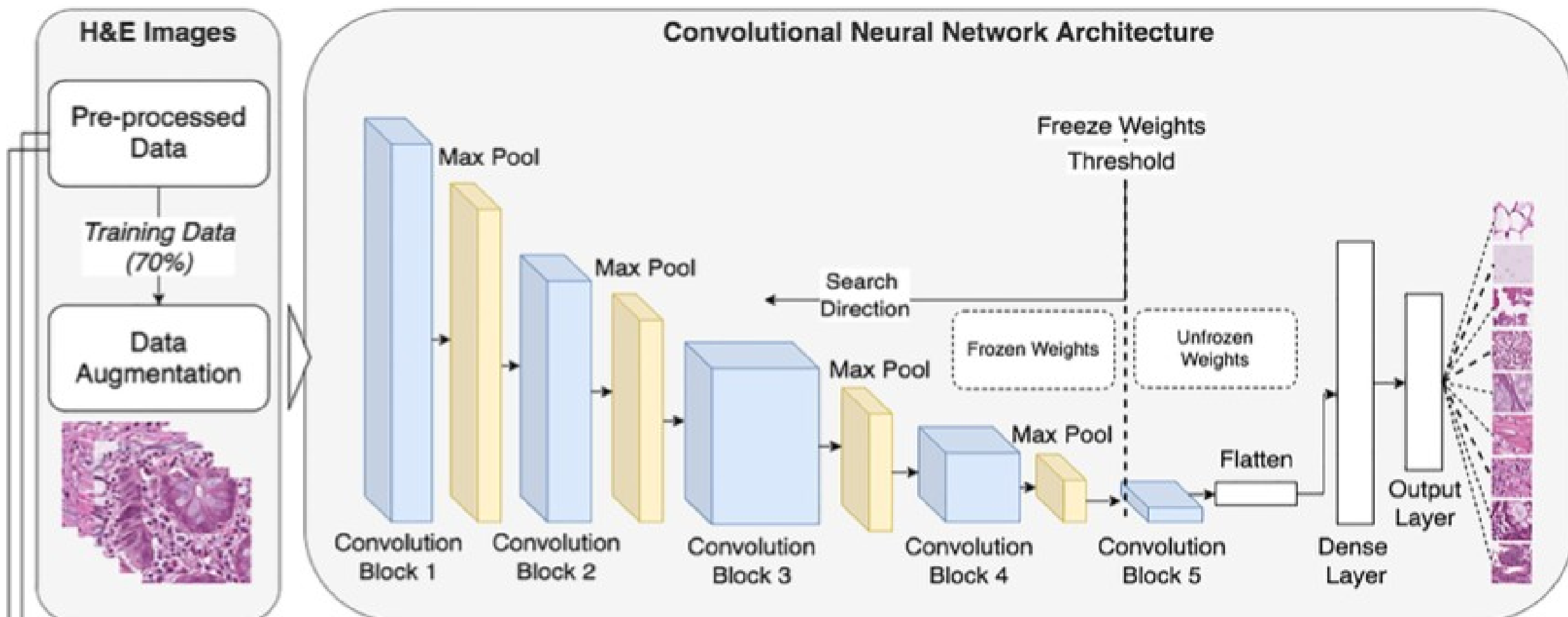


A new AI program, SEQUOIA, can analyze a microscopy image from a tumor biopsy (left, purple) and rapidly determine what genes are likely turned on and off in the cells it contains (gene expression shown in shades of red and blue on right). Credit: Emily Moskal/Stanford Medicine.

Nature Comm., 2024  
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-54182-5>

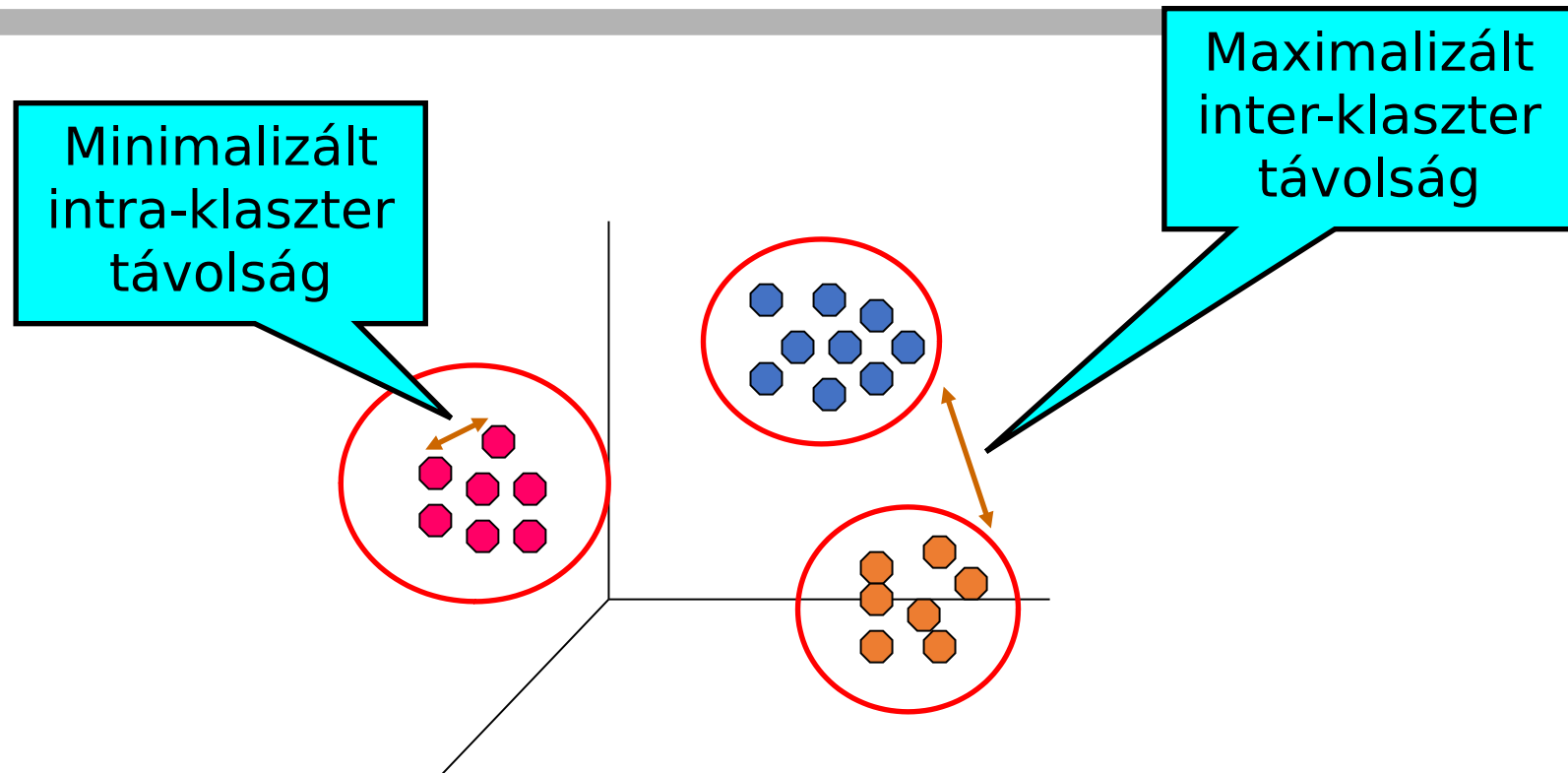
Fogo et al (2024) **JAMA** 331, 471-2

# Colorectális tumor szövetelemzése mély tanulási megoldások finomítása révén többszörös neurális hálózatokkal-pixelanalízis



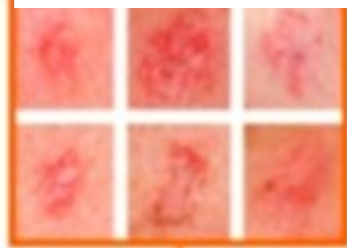
# Az egyik kritikus elem az orvosi MI-ben: klaszter analízis

Tárgycsoportok keresése adatbázisokban úgy, hogy egy csoportban lévő objektumok hasonlóak (vagy rokonok) legyenek egymáshoz, és különbözzenek (vagy ne kapcsolódjanak) más csoportok objektumaival



**Bőrrákok elemzése mély  
tanulással  
5x10<sup>7</sup> adat nemzetközi  
adatbankból**

basalioma



- Epidermal benign
- Epidermal malignant
- Melanocytic benign
- Melanocytic malignant

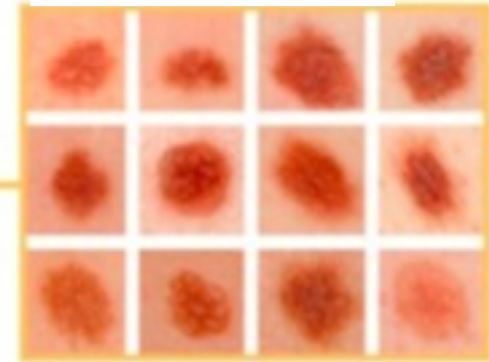
laphám rák



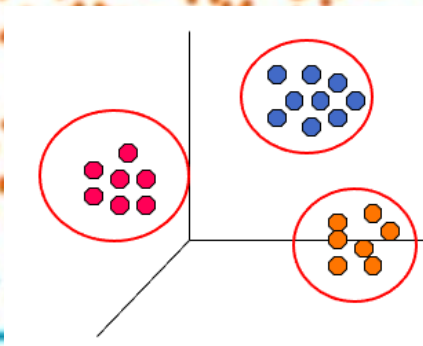
melanoma



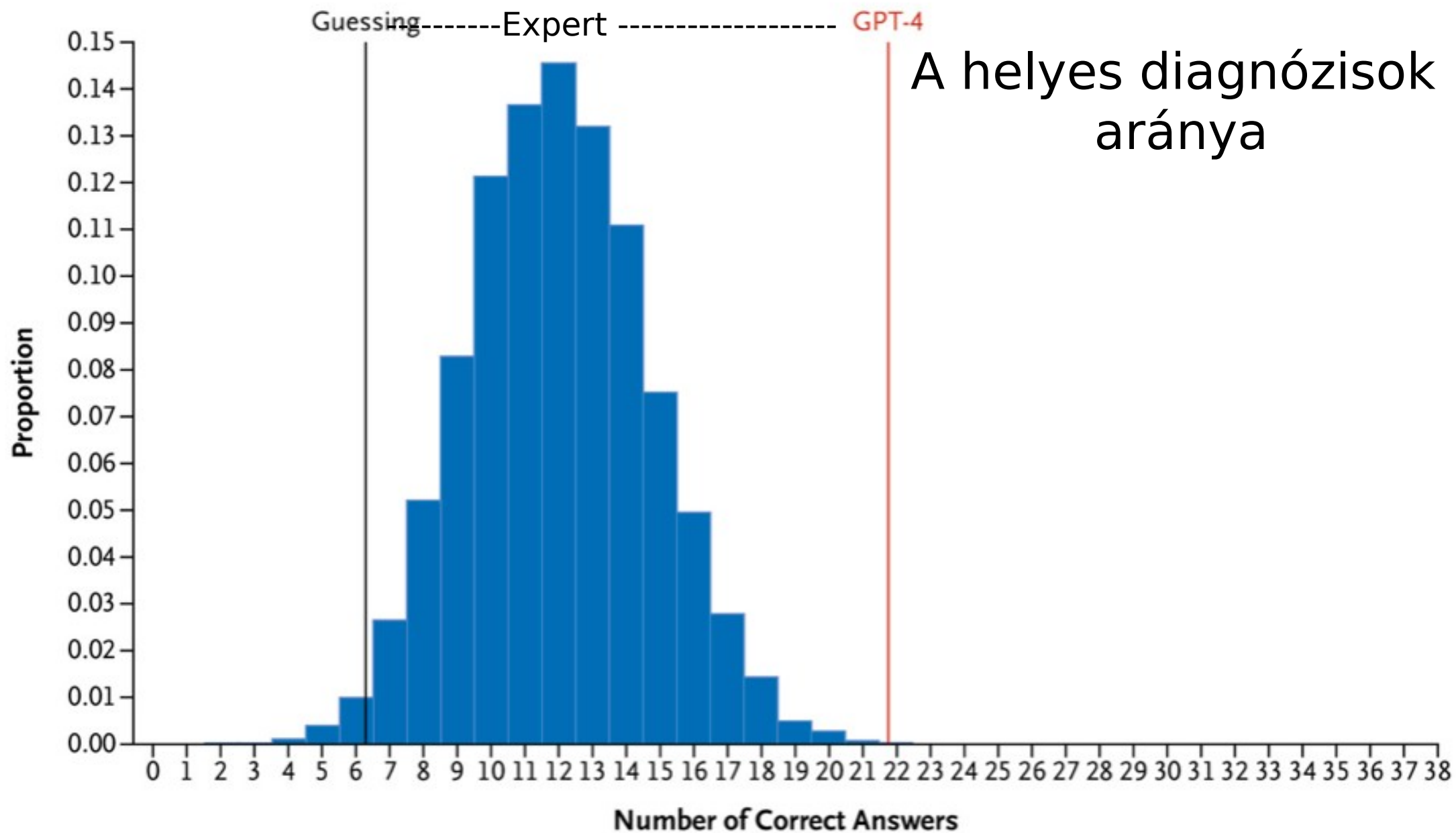
anyajegy



seborreás keratosis

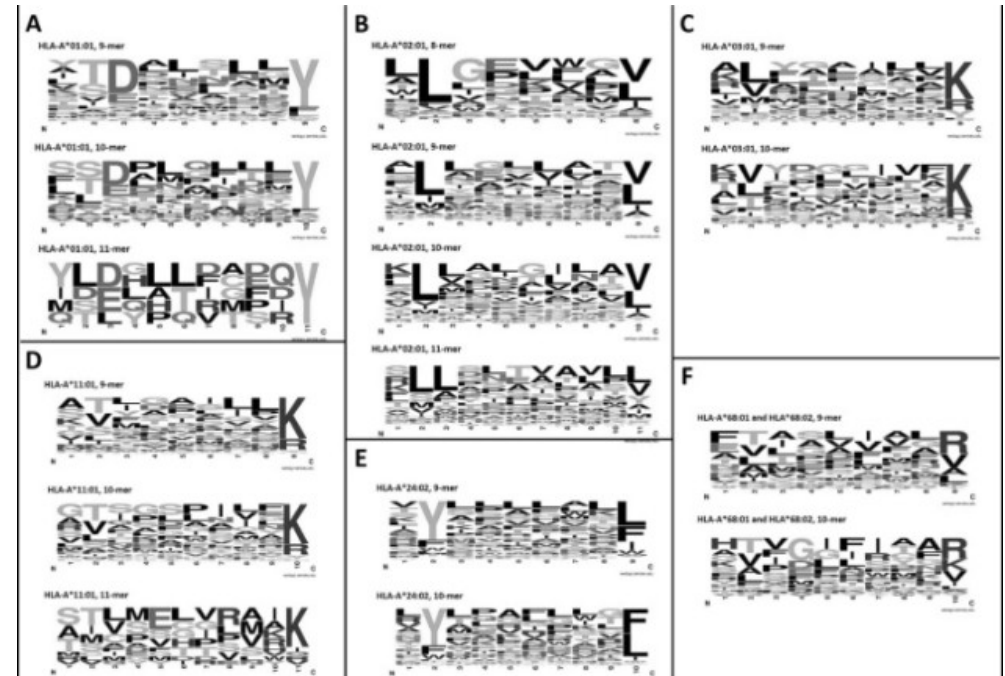
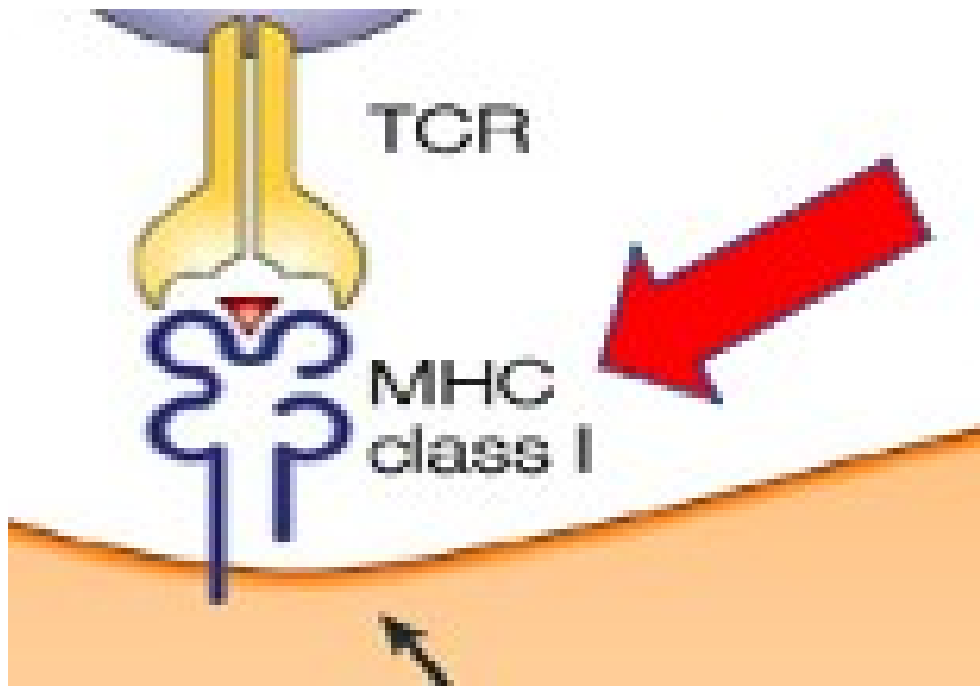


Esteva et al (2017) **Nature** 542(7639):115-118.  
doi: 10.1038/nature21056



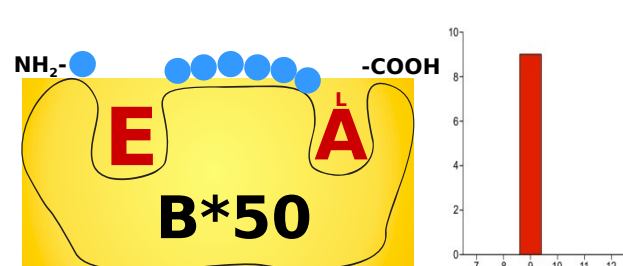
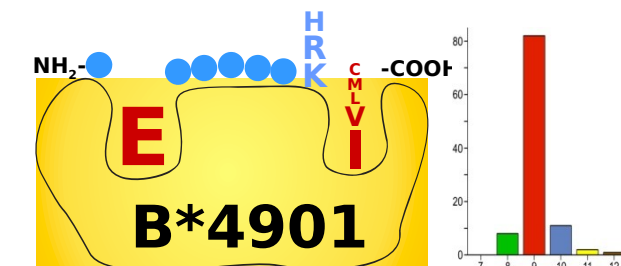
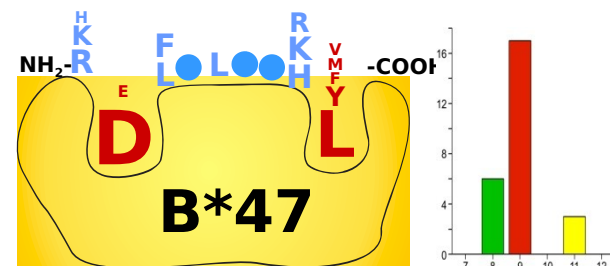
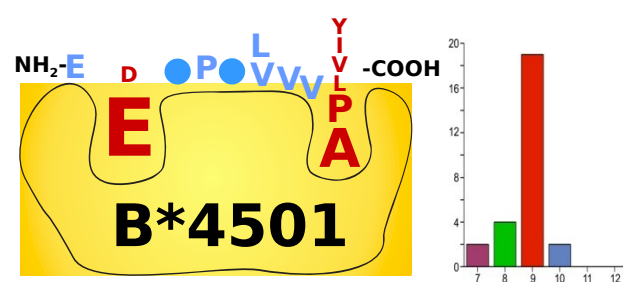
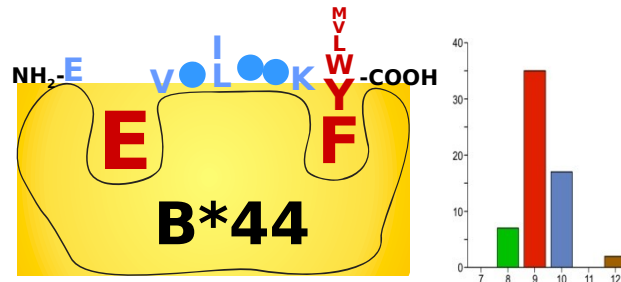
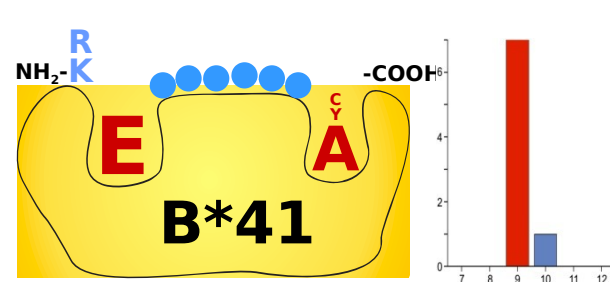
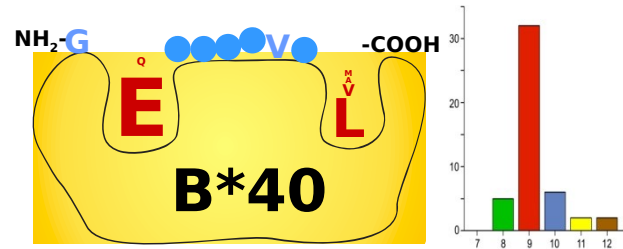
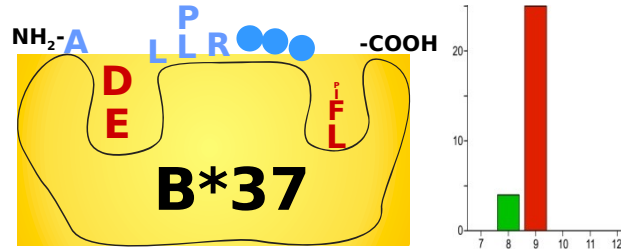
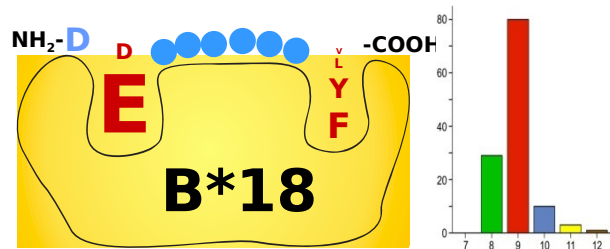
A helyes diagnózisok  
aránya

# Anti-tumor vakcina tervezés



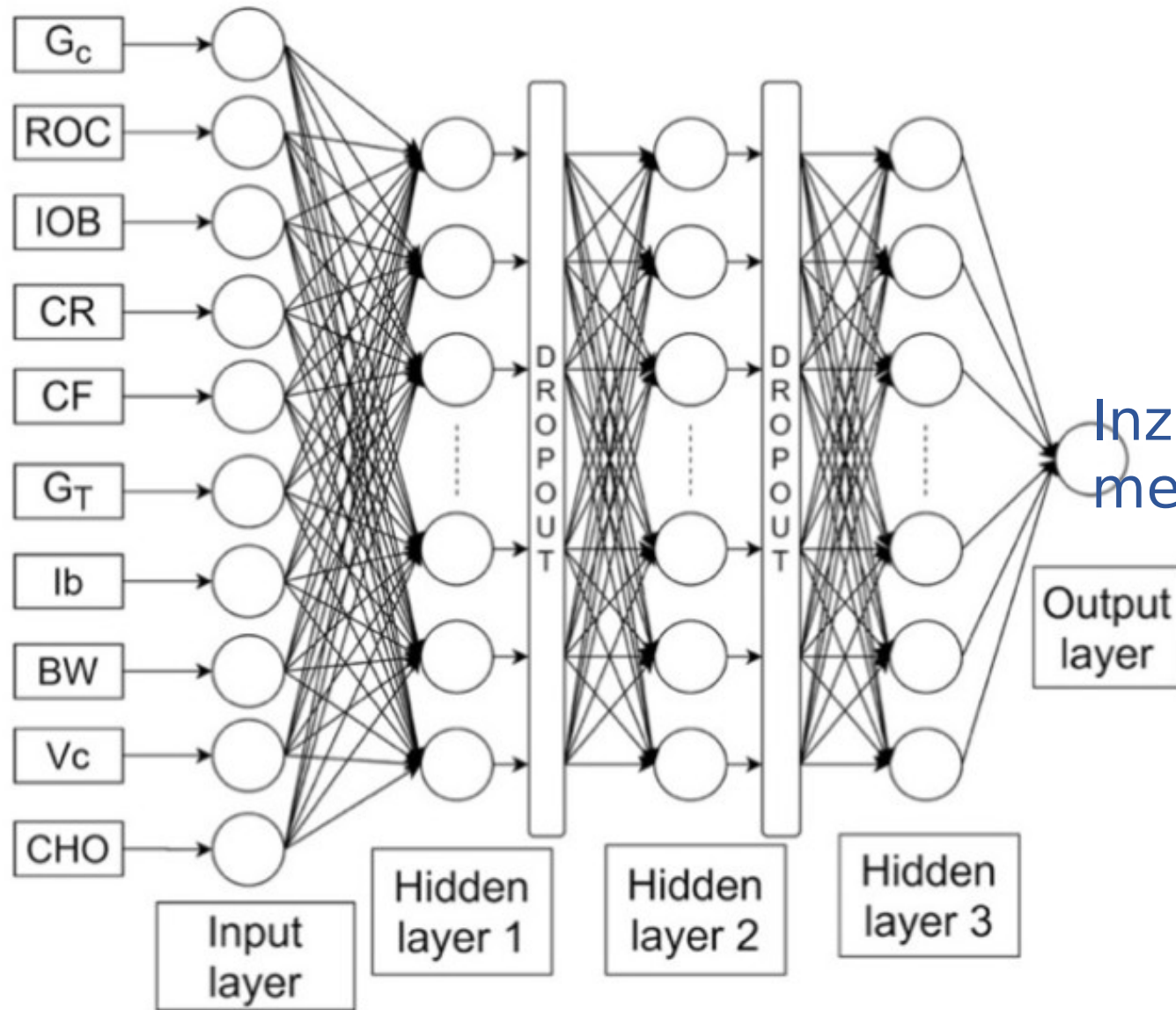
MHC Class I  
adatbázisok  
( $\sim 10^3$  adatbázis szabadon  
elérhető)

# Individuális peptid motívum javaslat az MI révén: perszonális vakcináció



# DIABETES

Cappon et al (2018) A Neural-network-based approach to personalize insulin bolus calculation using continuous glucose monitoring. J. Diabetes Sci. Technol. 2018;12:265-272. doi: 10.1177/1932296818759558. -



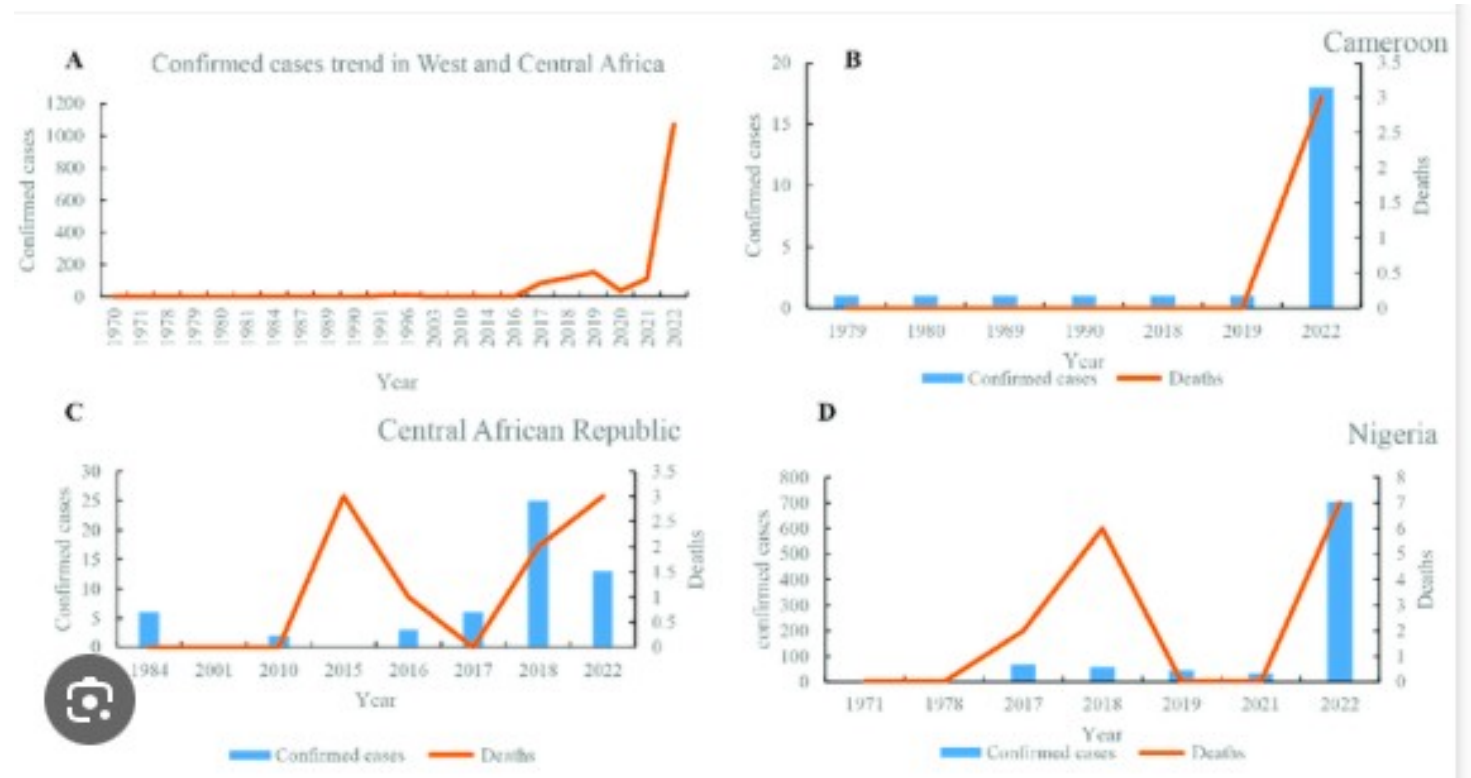
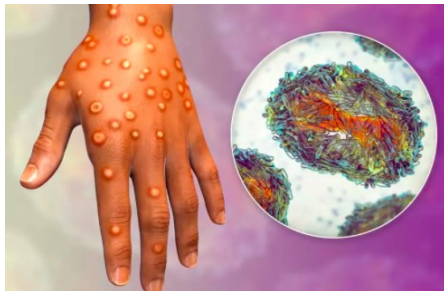
Inzulin bolus  
mennyisége  $B(U)$

szénhidrát (CHO) (g),  
CR and CF,: inzulin-CHO arány (g/U)  
és egyéb korrekciós faktorok (beteg-  
specifikus terápia paraméterei),  
 $G_c$  a mért alap tartalom (mg/dL),  
 $G_T$  a tervezett alap -glükóz tartalom  
(mg/dL) and IOB (U) a szervezet inzulin  
tartalma (pl. Előző adagolás)  
BW: testsúly

# The *Lancet* Summit: „Big Data” és az AI a (jövőbeli) **pandémia predikció** előkészültséghez

Immunológiai, szociológiai és *healthcare* adatbázisok

Mpox  
majomhimlő

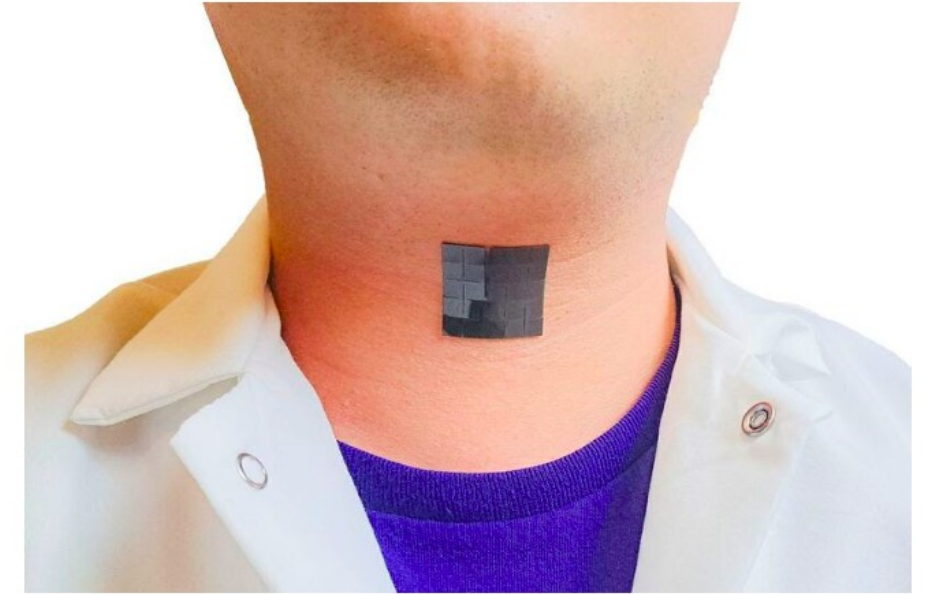
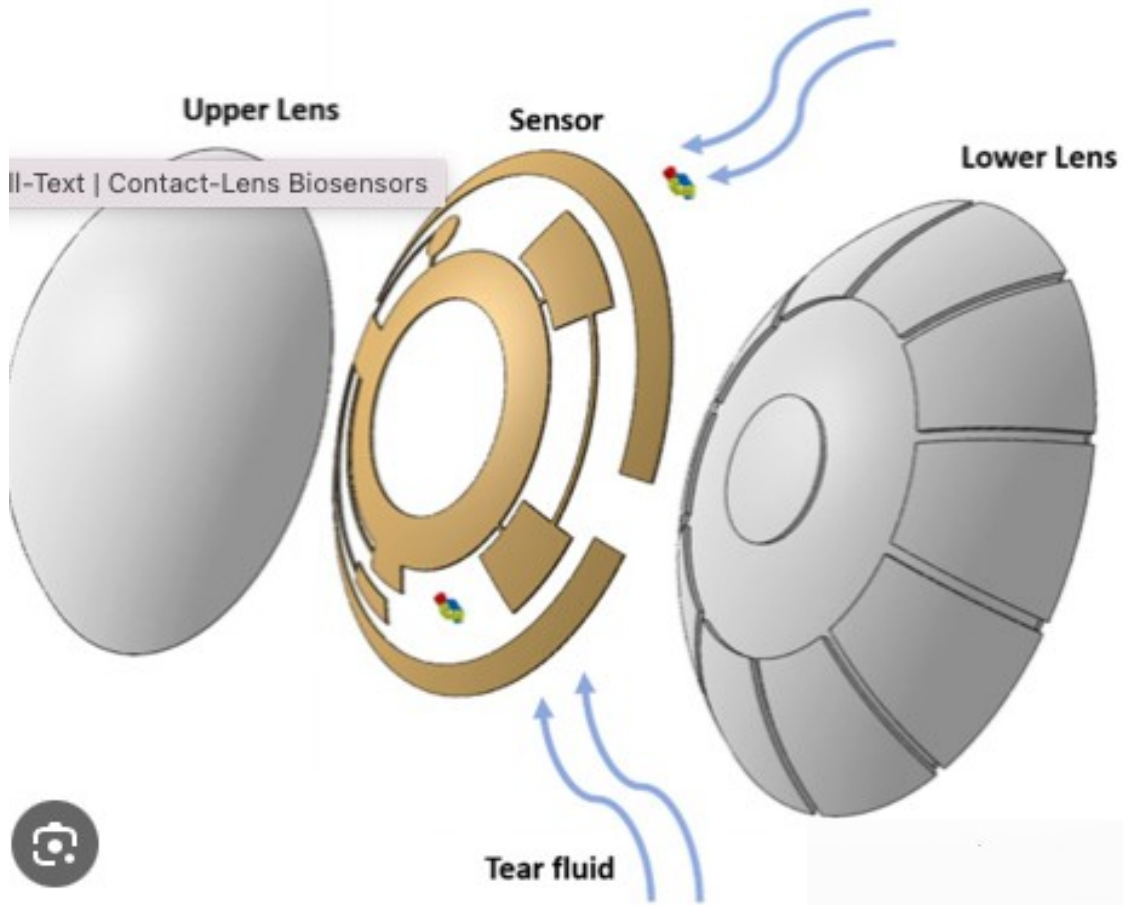


# Példák a jelenlegi alkalmazásra

## „*ML transforms healthcare*”

- pathology -image analysis
- X-ray, US, MRI, PET
- multimodal diff diagnostics
- pandemic prediction
- disease progression modeling
- robot surgery
- medical nanobots
- design biosensors
- precision medicine
- identifying unknown Hepatitis C carriers
- cardiology
- diabetes
- mammography
- osteology-antropology
- epilepsy convulsion prediction
- drug development
- vaccine design
- follow-up studies

# Hangképzés hangszálak nélkül

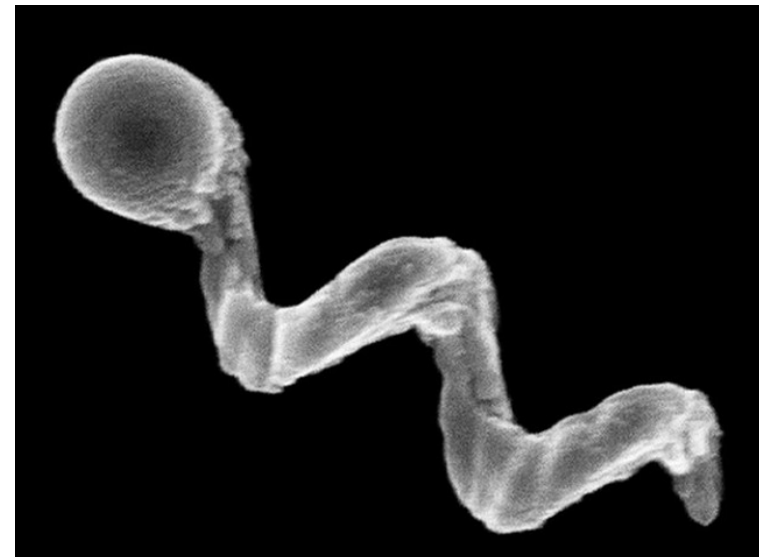
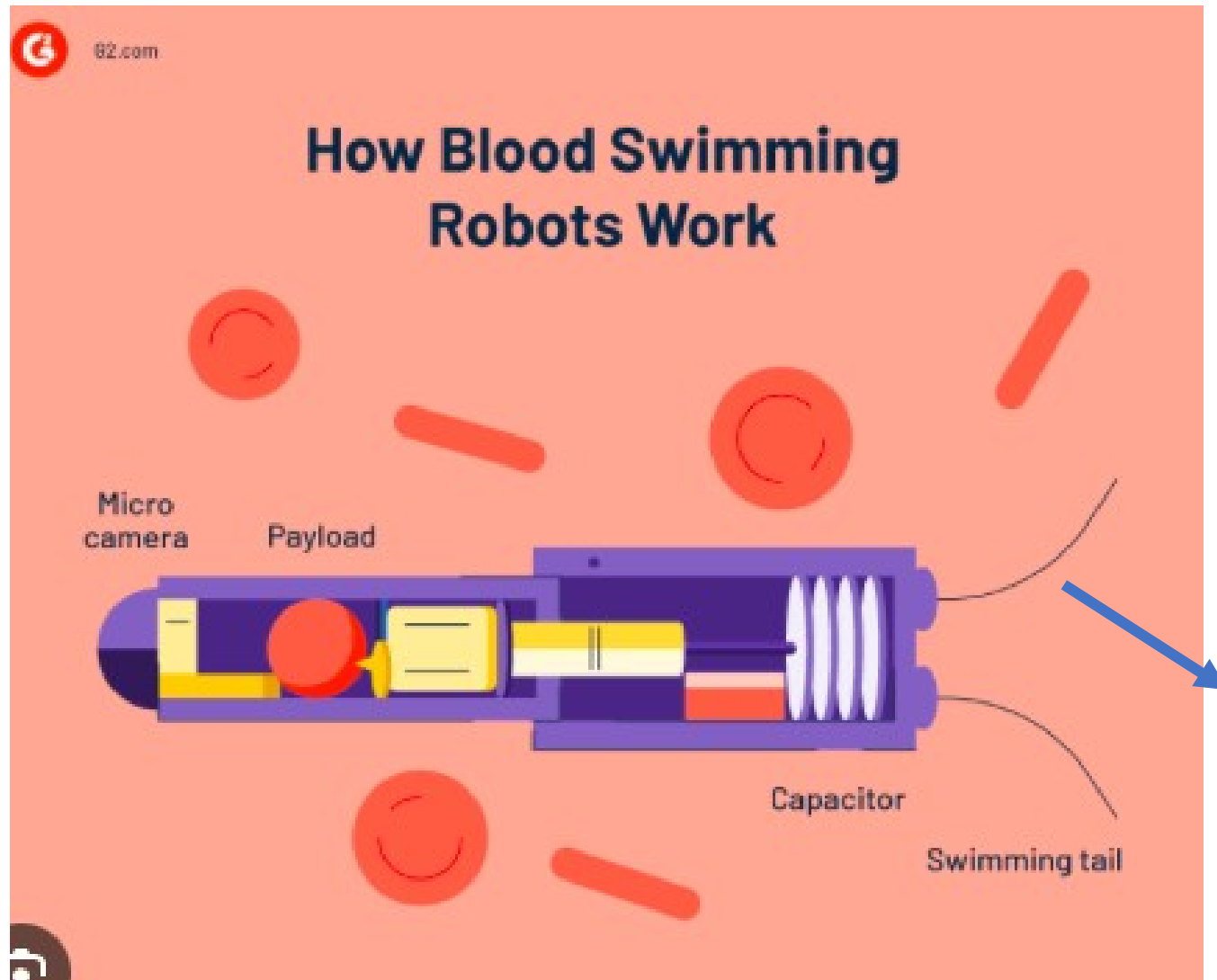


**SPEAKING WITHOUT VOCAL CORDS, THANKS TO A NEW AI-ASSISTED WEARABLE DEVICE**



## Optikai szenzorok

tervezés alatt



miniatűr  
üvegszál  
nanopropeller  
(EM)

**Nanobots < 100 nm**

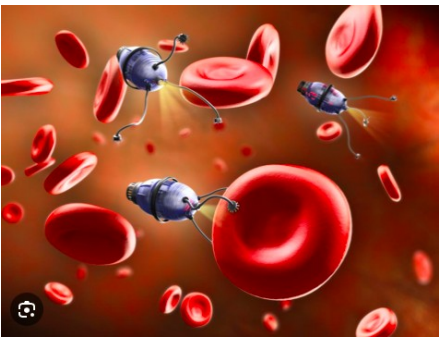
# A multimodális nagy nyelvi modellek jövője

## A mesterséges intelligencia többféle típusú tartalmat kezelhet egyszerre, a képektől a hangig

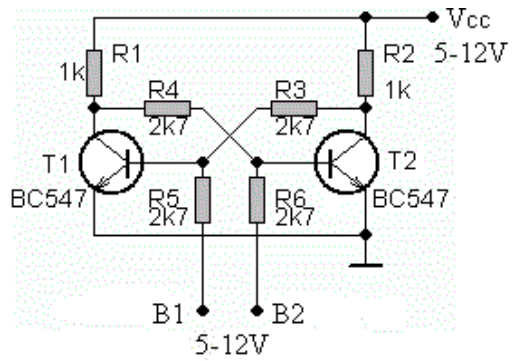
**Szövegelemzés:** hatalmas mennyiségű adminisztratív, klinikai, oktatási és marketing feladat ellátása, az elektronikus kórlapok frissítésétől az esettanulmányok megoldásáig

- **Képelemzés:** kézzel írott jegyzetek beolvasása radiológiai (szemészet, neurológia, patológia stb.) képek elemzéséhez
- **Hangelemzés:** a szív- és tüdőhangok rendellenességeinek ellenőrzése a korai felismerés érdekében, ezek az auditív jelek értékes információkkal szolgálhatnak a mentális egészségügyi és rehabilitációs alkalmazásokban is
- **Video analízis:** Orvostanhallgató irányítása a virtuális valóság sebészeti képzésén, felderíteni a neurológiai állapotok felderítésére, vagy a jelbeszéddel kommunikáló betegek támogatása
- **Komplex dokumentum analízis:** szakirodalmi áttekintés és kutatás, a klinikai döntéshozatalhoz szükséges orvosi irányelvek elemzése és klinikai kódolás sok más felhasználási forma mellett

# agy-computer-



**science fiction**



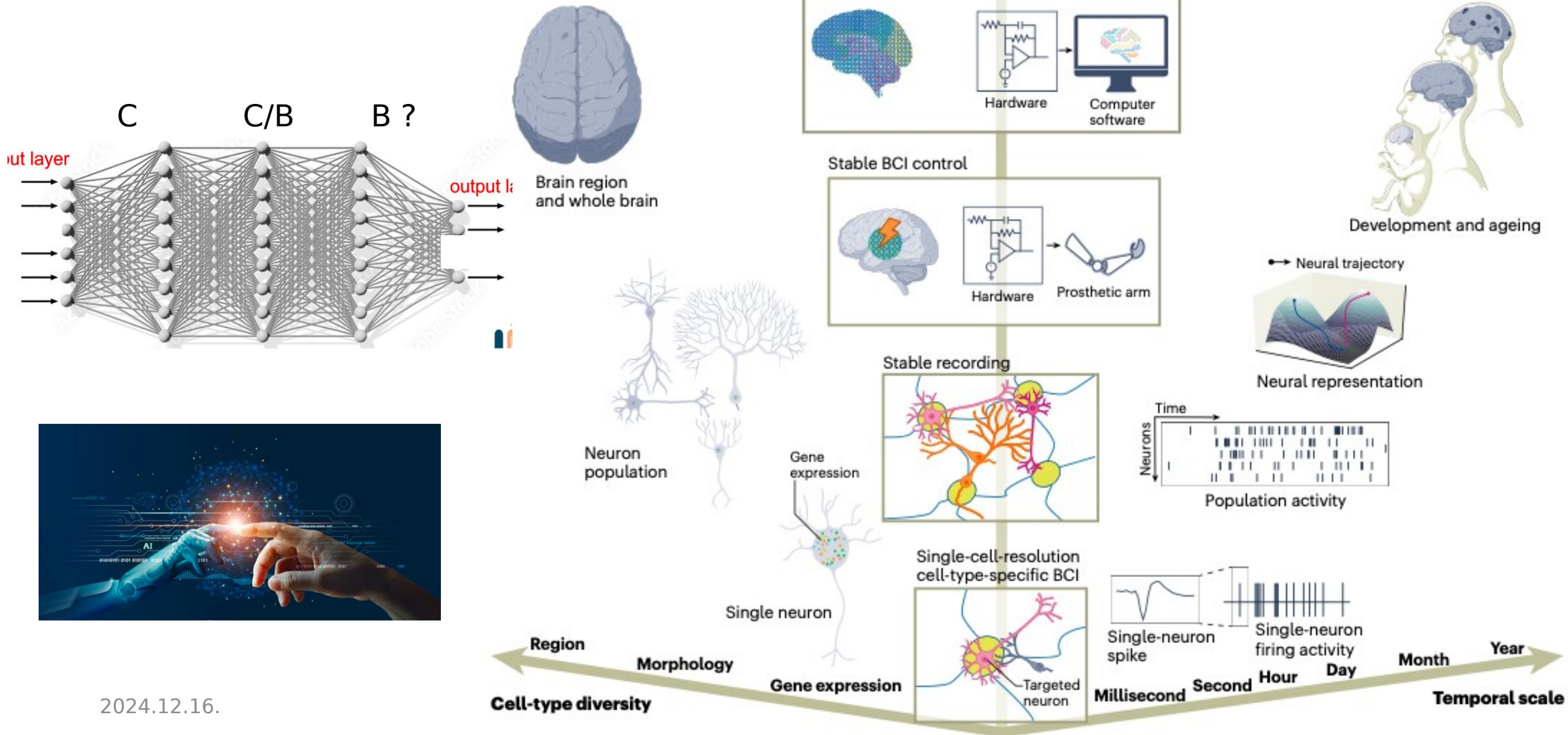
ng et al Nature Electronics; 6  
bruary 2023 | 109-118  
<https://doi.org/10.1038/s41928-022->



*Study: Modulating Brain Responses with Synthetic and Natural Images. Image*

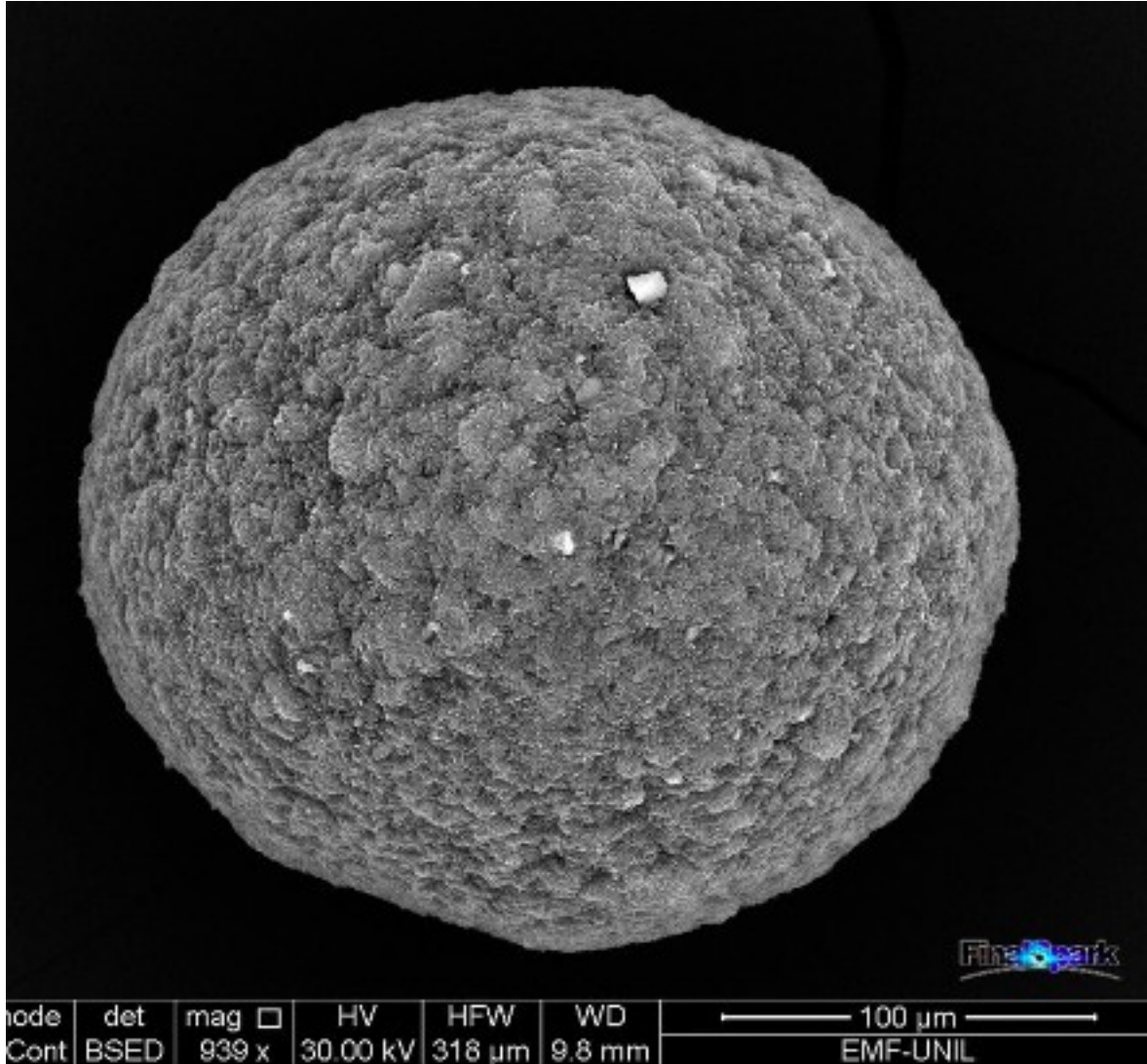
*credit: Generated using DALL.E.3*

# BCI „kapcsolási rajzok”



# Neuromorf számítógépek

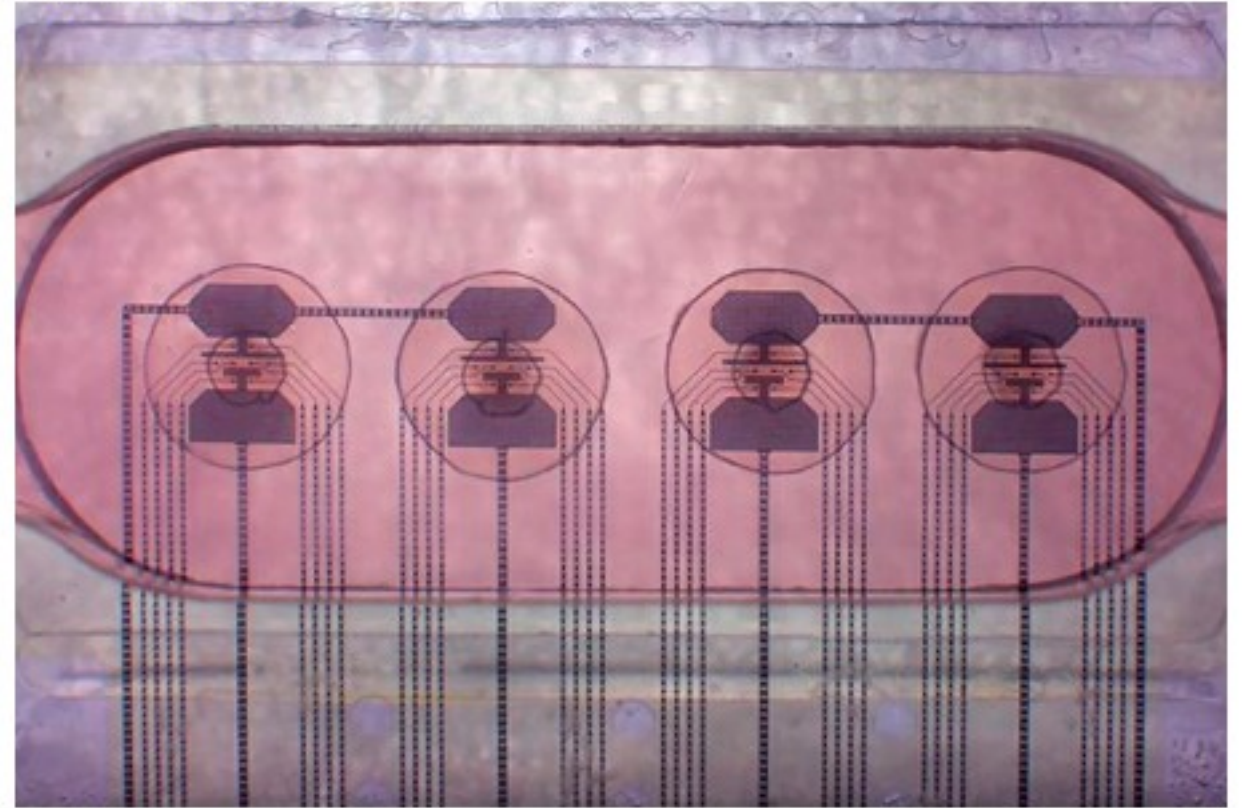
Neuronális *in vitro* organoid kultúra



## These Living Computers Are Made from Human Neurons

In the search for less energy-hungry artificial intelligence, some scientists are exploring living computers

BY JORDAN KINARD



Four clusters of living neurons are connected to electrodes on FinalSpark's Neuroplatform chip.

2024.12.16.

Jordan F, Neuroplatform, FinalSpark, Rue du clos 12, 1800 Vevey, Switzerland

# MI; orvosi gyakorlat és nevelés

Cooper & Rodman (2023)

## *AI and Medical Education — A 21st-Century Pandora's Box*

N Engl J Med. 2023 Aug 3;389(5):385-387. doi: 10.1056/NEJMp2304998. Az MI fokozatos bevezetése óriási előnyökkel járhat.



Az MI segédeszköz – **nem helyettesítheti, hanem kiegészítheti** a gyakorlatot az orvosok számára.

Az **oktatásban** fel kell készíteni az egészségügyi dolgozókat, a **digitális szolgálatra kiterjesztett jövő** érdekében.

Elsődleges figyelmet kell fordítani az **etikai és jogi kérdésekre** az MI oktatásban

# LŐNYÖK

≤ ? ≥

# AGGÁLYOK



alacsony kapacitás  
biztonság  
fontosság  
vezető járművek  
orvosi konzultáció  
diagnosztika  
gyógyszer/vakcina fejlesztés  
terápia  
árvgyógyítás  
robotsebészet

hamis adatok, „hallucináció”  
túlságosan autonóm működés  
személyiségi jogok sérelme  
a munkaerő piac átalakulása  
gépi „paternalizmus”  
döntési felelősség  
szerzői jogok  
örökösödési kérdések  
.....  
új fegyverek feletti kontrol ?

# A fölösleges vs kreatív ember?



- A robot sapiens átveszi-e a homo sapiens helyét (Harari)
- A nem kreatív, rutin, repetitív intelligenciák kiváltása
- Dologtalan osztály ?
- Garantált alapjövedelem által generált piac a gazdaság által termelt áruk és szolgáltatások számára
- Netarisztokrácia- netproletariátus
- Nevelés, képzés, élethossziglani tanulás



# Irodalom, honlapok

- **M. Tegmark: Élet 3.0 (HVG könyvek)**
- **R. Kurzweil: A szingularitás küszöbén. (Ad Astra)**
- **Novakovsky et al Nature Rev Genetics 24:125-137, 2023**

• Joel Scanlon

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPJWrvRcSHbxPXsmItsXCzhJfCcKVltzLDvsGnXnMwLnKZhlZHdZzgQRRDkwQRdv>

• MATT

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPJXRDRcDPzQfjRVVFlsjvnXnlswNbbJKCBqBWQgslQNwZVcQsCtmtlbtCcQqQImfG>

• NEJM AI

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPHVcvLqTNqCPgtVCBTSBFWMhthdmmQfjnsnZwPmCdkwRBNnsgzJrjcdBrXGkVXkq>

• Deep learning

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPJXJhmmmtLCQvWvXNgvGzpkjkplbqLbBVCZBINGfHFsnCGMDKZDvszQmkfGVsdctb>

• MedScape

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPDRPmpvclqPCZcQwpjSIjbbfVKRhnZTNjnQFvTPZZDtvRTqGFtHdwxxDsBgJpJrq>

• Meskó Berci

• <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/WhctKKZPJWrpbQfhKpSHSjNjvRbMjIGbGfFcVthjMWjXvQkbfndHcDICPnlwSrptCpfGxcl>

# Köszönet:

- Prószéky Gábor
- Csepeli György
- Kis Zoltán
- Erdélyi Áron
- Szabó Gábor
- és sokan mások



az előadást ember készítette 90% -ban

**%-ban**

